

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Curso de Desenho Industrial
Projeto de Produto

kwát

iluminação pública



Gustavo Arcanjo Neves

EBA - Escola de Belas Artes
Departamento de Desenho Industrial
2016-2

Gustavo Arcanjo Neves

kwát
iluminação pública

aprovado por:

Professor Valdir Soares, orientador

Professora Ana Karla Freire

Professor Gerson Lessa

abril de 2017

CIP - Catalogação na Publicação

A668k Arcanjo Neves, Gustavo
Kwát - Iluminação Pública / Gustavo Arcanjo
Neves. -- Rio de Janeiro, 2017.
158 f.

Orientador: Valdir Soares.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de
Belas Artes, Bacharel em Desenho Industrial, 2017.

1. Iluminação Pública. 2. Design de Produto. 3.
Projeto Sustentável. 4. Energia Limpa. 5.
Universidade Federal do Rio de Janeiro. I. Soares,
Valdir, orient. II. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Agradecimentos

Acho que os agradecimentos para a família nós fazemos todos os dias, amando e respeitando aqueles que nos respeitam e amam. Esse espaço é a única oportunidade que tenho de agradecer quem eu não vejo todos os dias, infelizmente.

Primeiro, eu gostaria de agradecer cada professor que mesmo com todos os problemas das suas vidas pessoais, chegavam na faculdade munidos com o seu melhor humor, prontos para nos aturar e dispostos a se divertir com os alunos. Eu gostaria de agradecer cada um pelo seu melhor e uns em especial por serem mais do que professores.

Segundo, eu gostaria de agradecer aos faxineiros, que mesmo sem salário e condições, faziam o que podiam. Sem eles talvez esse lugar nem existisse, e se existisse, seria significativamente mais complicado se graduar. Agradeço aos funcionários do administrativo, que mesmo ouvindo as perguntas mais tolas continuavam a responder com um sorriso no rosto. Um sorriso de quem não aguenta mais ouvir aquela pergunta, mas precisa responder.

Eu agradeço a todos os motoristas de ônibus que responderam os "bom dias" mesmo nos piores dias. Ao pessoal do "Bacana", fica uma saudade e um alô. Quero agradecer a família "Copy FAU" por estarem sempre prontos para atender os nossos "caprichos", depois de uma pequena fila, é claro.

Eu gostaria de agradecer aos técnicos da marcenaria, sempre prontos para salvar as nossas vidas. Agradeço a galera do laboratório de fotografia, por nos proteger das baratas no escuro da sala de revelação.

Ao Marquinhos, por toda ajuda eterna aos alunos.

A Katia, por ela fazer tudo para você e ainda te agradecer no final.

Ao Valdir, por ter me orientado.

Ao Gerson, por ser mais que um professor.

A Ana Karla, pelos melhor sermões.

A Bitiz, que fará falta para sempre na faculdade.

A Jeanine, pela serenidade de quem sabe que um dia a gente aprende.

Ao Vinicius, pela santa paciência de tentar todos os dias abrir os nossos olhos.

Aos colegas de turma que se ajudaram durante todo esse trajeto extremamente complicado.

A todos que fizeram todos os dias, o melhor que eles poderiam fazer. E foram sempre, os melhores que poderiam ser. E para aqueles que não quiseram tanto assim, não fizeram tanto assim, não sorriram tanto assim e não aproveitaram tanto assim, nunca saberão o que perderam.

Gustavo Arcanjo Neves

Resumo

Com o passar dos anos e conseqüentemente com o avanço da tecnologia, era esperado do ser humano que ele aprendesse a ser mais responsável com o mundo no qual habitamos. Porém isso não vem sendo observado em quase nenhum âmbito. O design de produto é uma das profissões que podem ajudar a melhorar a interação entre o homem e a natureza nas tarefas cotidianas.

Na UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) os alunos são constantemente testados em diferentes linhas de raciocínio. Uma das preocupações que se pode observar durante o curso foi com o desenvolvimento de projetos sustentáveis. Aplicar processos de fabricação menos danosos, materiais com processos de obtenção pouco maléficis ao meio ambiente e descarte adequado, fontes de energia limpa e etc.

Esse projeto está longe de ser uma solução para esse problema, ainda mais por dependermos do todo para começarmos a pôr a solução em prática. O projeto tenta lançar um olhar sobre uma das áreas que menos se tem notado quando o problema é insustentabilidade: a Iluminação Pública.

Abstract

Over the years and consequently with the advancement of technology, human beings were expected to learn to be more responsible to the world in which we live. However, this has not been observed in almost any area. Product design is one of the professions that can help improve the interaction between man and nature in everyday tasks.

At UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro) students are constantly tested in different lines of reasoning. One of the concerns that can be observed during the course was the development of sustainable projects. To apply less harmful manufacturing processes, materials with processes that are not dangerous to the environment and suitable disposal, sources of clean energy and so on.

This project is far from being a solution to this problem, especially since we depend on us to start putting the solution into practice. This studies tries to look at one of the areas that has been less noticed when the problem is unsustainability: Public Lighting .

figura 1	- Trecho da rua em frente a residência do autor. Elaboração própria.	<i>página 5</i>
figura 2	- Cronograma utilizado para a execução do projeto. Elaboração própria.	<i>página 9</i>
figura 3	- Especificação da lâmpada incandescente Philips 200W STD-127V200. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - http://www.philips.pt/c-p/871150009033105/shock-resistant-lamp-lampada-incandescente/especificacoes	<i>página 12</i>
figura 4	- Especificação da lâmpada fluorescente llum 100W FL100B16. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - http://eloscimento.com.br/ps16/lampadas/3284-lampada-fluorescente-3u-20w-127v-6400-6-llum-7897752766192.html	<i>página 13</i>
figura 5	- Especificação da lâmpada vapor de sódio de baixa pressão sem modelo. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - http://www.sofazquemsabe.com/2013/08/comparacao-qualitativa-caracteristicas-tipos-de-lampadas.html	<i>página 14</i>
figura 6	- Especificação da lâmpada vapor de sódio de alta pressão Osram 400W VIALOX NAV-E SUPER 4Y. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - http://www.lojaeletrica.com.br/lampada-vapor-sodio-70w-tubular-e27,product,23517000000158,dept,O.aspx	<i>página 14</i>
figura 7	- Especificação da lâmpada vapor de mercúrio Philips 400W HPL-N. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - http://www.irmaosabage.com.br/produto/Lampada-Vapor+Mercurio-400W-E40-HPL-N-3,900K-Philips/1181/	<i>página 15</i>
figura 8	- Especificação da lâmpada vapores metálicos Osram 400W HQI-T 400/D PRO. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - http://www.irmaosabage.com.br/produto/Lampada-+Vapor+Metalico-+400W-E40-Tubular-HPIT+Plus-Philips/1140/	<i>página 16</i>
figura 9	- Especificação da lâmpada mista Osram 500W HWL. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - http://www.telhanorte.com.br/lampada-mista-250w-philips-185116/p	<i>página 16</i>
figura 10	- Especificação da luminária de iluminação pública 350W LED CREE® EXL1006/350. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - http://www.lojajl.com/produto/329/240288/luminaria-publica-led-cree-exl1006350-350w-33591lm-alto-desempenho-e-eficiencia-equivalente1000w.aspx	<i>página 17</i>
figura 11	- Gráfico de vida útil das tecnologias de fontes luminosas. Elaboração própria.	<i>página 18</i>
figura 12	- Esquematização da raiz de uma árvore. Elaboração própria.	<i>página 22</i>
figura 13	- Esquematização da seção do tronco de uma árvore. Elaboração própria.	<i>página 25</i>
figura 14	- Esquematização do funcionamento das folhas. Elaboração própria.	<i>página 26</i>
figura 15	- Informativo de veiculação sobre as árvores nativas mais encontradas nas ruas do Rio de Janeiro. Elaboração própria.	<i>página 27</i>
figura 16	- Representação gráfica da Intensidade Luminosa. Elaboração própria.	<i>página 30</i>
figura 17	- Representação gráfica do Fluxo Luminoso. Elaboração própria.	<i>página 31</i>

- figura 18** – Representação gráfica da Iluminância. Elaboração própria. *página 31*
- figura 19** – Classificação da iluminação de acordo com o nível do índice de reprodução da cor. Elaboração própria. *página 32*
- figura 20** – Classificação das temperaturas da cor e suas aplicações. Elaboração própria. *página 33*
- figura 21** – Esquematização da poluição luminosa baseada no formato da Luminária e seu tipo de distribuição. Elaboração própria. *página 36*
- figura 22** – Esquematização da Luminária com distribuição completamente limitada. Elaboração própria. *página 37*
- figura 23** – Esquematização da Luminária com distribuição limitada. Elaboração própria. *página 38*
- figura 24** – Esquematização da Luminária com distribuição semi limitada. Elaboração própria. *página 38*
- figura 25** – Esquematização da Luminária com distribuição não limitada. Elaboração própria. *página 39*
- figura 26** – Esquematização do funcionamento da abraçadeira metálica. Elaboração própria. *página 44*
- figura 27** – Abraçadeira metálica. Fonte: <https://www.amazon.com/Koehler-Enterprises-KE-12BX-Piece-Clamp/dp/BOOXAK76YO?psc=1&SubscriptionId=AKIAITV4IRVCT65A7MHA&link-Code=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=BOOXAK76YO> *página 44*
- figura 28** – Esquematização do funcionamento dos lacres. Elaboração própria. *página 45*
- figura 29** – Lacre plástico acionado. Fonte: <http://www.dtl-connectors.co.uk/store/cable-accessories/cables-ties-fixings/outside-serrated-cable-ties.html> *página 45*
- figura 30** – Passa fio de polietileno. Fonte: <http://www.lojadomecanico.com.br/produto/82829/19/505/tubo-espiral-preto---organizador-de-fios-de-1-metro-com-diametro-de-12-pol-tramontina-57499051> *página 48*
- figura 31** – Passa fio de polietileno expondo componente interno quando dobrado ou esticado de forma excessiva. Elaboração própria. *página 48*
- figura 32** – Luminária situada no interior da copa da árvore. Elaboração própria. *página 49*
- figura 33** – Contraste entre iluminação na copa das árvores e na calçada abaixo das mesmas. Elaboração própria. *página 50*
- figura 34** – Estabilizador de imagem para câmeras. Fonte: https://www.bhphotovideo.com/c/product/1265082-REG/tilta_gr_t03_gravity_3_axis_handheld_gimbal.html *página 51*

figura 35	- Braço robótico de 6(seis) eixos. http://www.roboticautomationsystems.com/index.php?page=6-axis-robots.html	página 52
figura 36	- Esquemática sobre pontos e área de contato. Elaboração própria.	página 53
figura 37	- Almofada anti slip para smartphones e tablets. Fonte: https://goo.gl/dOVCv7	página 54
figura 38	- Esquemática sobre diâmetro do tronco e a área da sombra projetada pela fonte luminosa. Elaboração própria.	página 55
figura 39	- Esquemática sobre a sombra projetada pela fonte luminosa de acordo com o afastamento do suporte. Elaboração própria.	página 56
figura 40	- Esquemática sobre a adequação de um objeto plano em uma superfície irregular. Elaboração própria.	página 57
figura 41	- Foto mostrando as diferenças entre tecnologias antigas e o LED. Fonte: Site do fotógrafo Todd Langille	página 59
figura 42	- Foto mostrando as diferenças entre tecnologias antigas e o LED. Fonte: Site do fotógrafo Todd Langille	página 59
figura 43	- Foto mostrando as diferenças entre tecnologias antigas e o LED. Fonte: Site do fotógrafo Todd Langille	página 59
figura 44	- Refletor de LED, também conhecido como "FloodLight. Fonte: http://www.effekta.com.de/LED-Floodlight-LED-floodlight-as-a-replacement-for-halogenconstruction-site-lamps-10-30-an-50watt	página 61
figura 45	- Eixos de rotação independentes. Elaboração própria.	página 62
figura 46	- Conduíte metálico. Fonte: http://www.wgflex.com.br/conduite-flexivel-metalico.html	página 63
figura 47	- Conduíte plástico. Fonte: http://www.dynatech.ind.br/eletroduto-flexivel-corrugado	página 63
figura 48	- LEDs difusos comuns vermelhos e redondos. Fonte: http://www.suallabs.com/LED-Comun-Rojo .	página 64
figura 49	- LED de alto brilho translúcido. Fonte: http://www.eletrdex.com.br/led-10mm-vermelho-alto-brilho-8400-mcd-30.html	página 65
figura 50	- LED RGB a esquerda e LED bicolor a direita. Elaboração Própria. Fonte: http://www.eletrdex.com.br/led-3mm-bicolor-vd-vm-3-terminais.html	página 65
figura 51	- Formatos e tamanhos diferentes de LEDs SMD. Fonte: http://www.saving-star.com/smd-led-comparison/	página 66
figura 52	- LEDs SMD montados em um circuito, parte interna de uma lâmpada de LED. Fonte: https://goo.gl/Kv989n	página 67
figura 53	- LED COB sem a estrutura de fixação. Fonte: https://goo.gl/I02Svr	página 67
figura 54	- Fonte de alimentação para os LEDs, também conhecido como "Driver". Fonte: https://goo.gl/bx62K7	página 69
figura 55	- Dissipador de calor comum. Fonte: https://goo.gl/JYl3zm	página 69
figura 56	- Pasta térmica para auxiliar na dissipação de calor. Fonte: https://goo.gl/I3tWbS	página 70

figura 57	- Refletor texturizado para LED. Fonte: https://goo.gl/wOxEkU	<i>página 71</i>
figura 58	- Diferentes tipos de lentes para LED. Fonte: https://goo.gl/XWNkaT	<i>página 71</i>
figura 59	- Esboço representando o modelo 1. Elaboração própria.	<i>página 76</i>
figura 60	- Esboço representando o modelo 2. Elaboração própria.	<i>página 77</i>
figura 61	- Render do modelo 2 feito após o mesmo ser modelo. Elaboração própria.	<i>página 77</i>
figura 62	- Esboço representando o modelo 3. Elaboração própria.	<i>página 78</i>
figura 63	- Esboço representando o modelo 4. Elaboração própria.	<i>página 78</i>
figura 64	- Esboço representando o modelo 5. Elaboração própria.	<i>página 79</i>
figura 65	- Esboço representando o modelo 6. Elaboração própria.	<i>página 80</i>
figura 66	- Esboço representando o modelo 6 na vista lateral. Elaboração própria.	<i>página 80</i>
figura 67	- Esboço representando o modelo 7. Elaboração própria.	<i>página 81</i>
figura 68	- Esboço representando o modelo 8. Elaboração própria.	<i>página 81</i>
figura 69	- Esboço representando o modelo 9. Elaboração própria.	<i>página 82</i>
figura 70	- Esboço representando como seria o encaixe das peças do modelo 9. Elaboração própria.	<i>página 82</i>
figura 71	- Esboço representando o modelo 10. Elaboração própria.	<i>página 83</i>
figura 72	- Esboço representando o modelo 10. Elaboração própria.	<i>página 84</i>
figura 73	- Esboço representando o modelo 11. Elaboração própria.	<i>página 84</i>
figura 74	- Esboço representando o modelo 12. Elaboração própria.	<i>página 85</i>
figura 75	- Esboço representando o modelo 12 na vista frontal. Elaboração própria.	<i>página 85</i>
figura 76	- Esboço representando o modelo 13. Elaboração própria.	<i>página 86</i>
figura 77	- Esboço representando o modelo 13 em perspectiva. Elaboração própria.	<i>página 86</i>
figura 78	- Esboço representando o modelo 14. Elaboração própria.	<i>página 87</i>

figura 79	- Esboço representando o modelo 14 na vista superior. Elaboração própria.	página 87
figura 80	- Esboço representando o modelo 15 e uma das ideias de passagem da fiação. Elaboração própria.	página 88
figura 81	- Esboço representando o modelo 16. Elaboração própria.	página 89
figura 82	- Sistema de iluminação fixado em árvores na frente de edifício empresarial na Praça Mauá. Elaboração própria.	página 89
figura 83	- Sistema de iluminação fixado em árvores na frente de edifício empresarial na Praça Mauá. Elaboração própria.	página 90
figura 84	- Esboço representando o modelo 17. Elaboração própria.	página 90
figura 85	- Esboço representando o modelo 18. Elaboração própria.	página 91
figura 86	- Esboço representando o modelo 19. Elaboração própria.	página 92
figura 87	- Esboço representando o modelo 20. Elaboração própria.	página 92
figura 88	- Esboço representando o modelo 21. Elaboração própria.	página 93
figura 89	- Esboço representando o modelo 22. Elaboração própria.	página 94
figura 90	- Render representando o modelo 23. Elaboração própria.	página 95
figura 91	- Render representando as variações de inclinação do modelo 23. Elaboração própria.	página 95
figura 92	- Render representando as alternativas do modelo 24. Elaboração própria.	página 96
figura 93	- Esboço representando o encaixe 1. Elaboração própria.	página 98
figura 94	- Esboço representando o encaixe 2. Elaboração própria.	página 98
figura 95	- Esboço representando o encaixe 3. Elaboração própria.	página 99
figura 96	- Esboço representando como seria realizado o encaixe 3. Elaboração própria.	página 99
figura 97	- Imagem detalhando as partes do sistema. Elaboração própria.	página 101
figura 98	- Render mostrando o corpo principal do dispositivo com a tampa. Elaboração própria.	página 102
figura 99	- Render mostrando o corpo principal do dispositivo sem a tampa, detalhando os itens. Elaboração própria.	página 103
figura 100	- Esquema mostrando as ações das forças sobre o sistema. Elaboração própria.	página 104

figura 101	- Render mostrando os suportes na parte traseira do corpo principal. Elaboração própria.	<i>página 104</i>
figura 102	- Render mostrando o funcionamento do sistema de fixação primária. Elaboração própria.	<i>página 105</i>
figura 103	- Trinchas em baixo relevo que irão receber as borrachas responsáveis pela vedação. Elaboração própria.	<i>página 106</i>
figura 104	- Esquema detalhando as diferentes peças do sistema de fixação primária. Elaboração própria.	<i>página 106</i>
figura 105	- Esquema detalhando o processo de montagem da fixação primária. Elaboração própria.	<i>página 107</i>
figura 106	- Render mostrando os pinos rosqueáveis do sistema de fixação secundária. Elaboração própria.	<i>página 108</i>
figura 107	- Render mostrando a superfície da peça que ficará em contato direto com a árvore. Elaboração própria.	<i>página 109</i>
figura 108	- Esquema demonstrando a vantagem de localizar o sistema de apoio em uma superfície irregular. Elaboração própria.	<i>página 110</i>
figura 109	- Render mostrando a peça que funciona como suporte para o ajuste dos braços de ligação. Elaboração própria.	<i>página 111</i>
figura 110	- Detalhamento da localização do furo para a passagem dos fios. Elaboração própria.	<i>página 112</i>
figura 111	- Detalhamento mostrando a localização dos furos, vista lateral esquerda. Elaboração própria.	<i>página 112</i>
figura 112	- Render mostrando o sistema passa fios e como ele funciona. Elaboração própria.	<i>página 113</i>
figura 113	- Render mostrando a parte externa da tampa do corpo principal. Elaboração própria.	<i>página 115</i>
figura 114	- Render mostrando a parte interna da tampa do corpo e parte superior do passa fios. Elaboração própria.	<i>página 116</i>
figura 115	- Render mostrando a parte da frente do braço de ligação em cima e a parte traseira do mesmo embaixo. Elaboração própria.	<i>página 117</i>
figura 116	- Render mostrando o interior do braço de ligação e os componentes presentes. Elaboração própria.	<i>página 118</i>
figura 117	- Esquema mostrando o funcionamento dos grampos passa fio. Elaboração própria.	<i>página 119</i>
figura 118	- Render mostrando o sistema de rotação central e os furos laterais e frontais. Elaboração própria.	<i>página 120</i>
figura 119	- Render mostrando a parte interna do sistema de rotação central. Elaboração própria.	<i>página 121</i>
figura 120	- Render mostrando a parte de cima da luminária na primeira imagem, e o painel de proteção e a saída de luz na imagem embaixo. Elaboração própria.	<i>página 123</i>
figura 121	- Render mostrando a parte traseira da luminária. Elaboração própria.	<i>página 121</i>
figura 122	- Render mostrando o corpo da luminária. Elaboração própria.	<i>página 125</i>

figura 123	- Render mostrando a furação para a fixação da tampa. Elaboração própria.	<i>página 126</i>
figura 124	- Render mostrando a furação do fixador do refletor e do painel. Elaboração própria.	<i>página 127</i>
figura 125	- Render mostrando o tubo responsável por fazer a ligação e a sustentação da luminária no sistema de rotação central. Elaboração própria.	<i>página 127</i>
figura 126	- Render mostrando a parte onde o suporte do led e do drive se fixa. Elaboração própria.	<i>página 128</i>
figura 127	- Render mostrando o painel de proteção. Elaboração própria.	<i>página 129</i>
figura 128	- Render mostrando o refletor. Elaboração própria.	<i>página 130</i>
figura 129	- Render mostrando a parte de cima e de baixo do suporte do LED. Elaboração própria.	<i>página 131</i>
figura 130	- Render mostrando a estrutura dissipadora de calor na parte superior do suporte do LED e do driver. Elaboração própria.	<i>página 132</i>
figura 131	- Render mostrando o furo para a passagem dos fios e a estrutura para a fixação dos mesmos. Elaboração própria.	<i>página 133</i>
figura 132	- Esquema detalhando os diâmetros encontrados na estrutura para a fixação do fio. Elaboração própria.	<i>página 133</i>
figura 133	- Render mostrando a parte de fixação entre o suporte e o corpo da luminária e os prolongamentos da base. Elaboração própria.	<i>página 134</i>
figura 134	- Render mostrando a tampa da luminária e as saliências dissipadoras de calor. Elaboração própria.	<i>página 135</i>
figura 135	- Render mostrando os fixadores do refletor e do painel de proteção. Elaboração própria.	<i>página 136</i>
figura 136	- Render mostrando o duto plástico para a comunicação elétrica entre os sistemas. Elaboração própria.	<i>página 137</i>
figura 137	- Render mostrando a parte metálica da cinta de fixação no tronco. Elaboração própria.	<i>página 138</i>
figura 138	- Render mostrando o sistema para a passagem dos componentes elétricos do nível da calçada até o dispositivo. Elaboração própria.	<i>página 139</i>
figura 139	- Render mostrando os parafusos da fixação do sistema para a passagem dos componentes elétricos do nível da calçada até o dispositivo. Elaboração própria.	<i>página 140</i>
figura 140	- Esquema demonstrando o passo a passo para instalação do sistema para a passagem dos componentes elétricos. Elaboração própria.	<i>página 141</i>
figura 141	- Render mostrando as peças de vedação a serem utilizadas quando o duto plástico da cinta não for utilizado. Elaboração própria.	<i>página 142</i>
figura 142	- Render mostrando a peça de vedação da cinta 2. Elaboração própria.	<i>página 143</i>
figura 143	- Render mostrando a fixação do sistema na árvore. Elaboração própria.	<i>página 144</i>
figura 144	- Render mostrando as possíveis regulagens do sistema. Elaboração própria.	<i>página 145</i>

figura 145	- Render mostrando as possíveis regulagens do sistema. Elaboração própria.	<i>página 145</i>
figura 146	- Render mostrando a utilização do sistema ambientado. Elaboração própria.	<i>página 146</i>
figura 147	- Render mostrando as alturas de instalação do sistema na ambientação. Elaboração própria.	<i>página 146</i>
figura 148	- Render mostrando a utilização do sistema ambientado durante o dia e a noite. Elaboração própria.	<i>página 147</i>
figura 149	- Render mostrando a ambientação do sistema durante a noite. Elaboração própria.	<i>página 147</i>
figura 150	- Render mostrando a proporção entre o sistema e uma pessoa de um metro e oitenta centímetros de altura. Elaboração própria.	<i>página 148</i>
figura 151	- Fotos tiradas da luminária de 75W apresentada por Adriana Alves. Elaboração própria.	<i>página 150</i>
figura 152	- Esquema mostrando a tecnologia de câmara fria. Elaboração própria.	<i>página 151</i>
figura 153	- Esquema mostrando a tecnologia de câmara quente. Elaboração própria.	<i>página 152</i>
figura 154	- Esquema mostrando a tecnologia de injeção de plásticos. Elaboração própria.	<i>página 154</i>
figura 155	- Esquema mostrando os ativos e seus efeitos no PVC. Elaboração própria.	<i>página 160</i>
figura 156	- Imagem mostrando a aplicação em uma área urbana residencial. Elaboração própria.	<i>página 164</i>

Introdução	1
1 Elementos da proposição	3
1.1 <i>Apresentação do problema projetual</i>	4
1.2 <i>Objetivos</i>	5
1.2.1 <i>Objetivo geral</i>	5
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	6
1.3 <i>Justificativa</i>	6
1.4 <i>Metodologia</i>	7
2 Levantamento, análise e síntese de dados	10
2.1 <i>Considerações da Análise de Dados</i>	11
2.1.1 <i>Sobre os tipos de Lâmpadas</i>	11
2.1.2 <i>Árvores e seus Funcionamentos Básicos</i>	20
2.1.3 <i>Sobre a Iluminação Pública</i>	29
2.1.4 <i>Sobre os termos Técnicos</i>	30
2.1.5 <i>Poluição Luminosa do Céu Noturno</i>	35
2.1.6 <i>Tipos de Luminárias</i>	37
3 Conceituação Formal do Projeto	41
3.1 <i>Estudos Por Problemas</i>	43
3.2 <i>Funcionamento Básico da Fonte Luminosa:</i>	64
3.3 <i>Noções Técnicas Para o Funcionamento do LED</i>	68
4 Desenvolvimento e Resultado Do Projeto	74
4.1 <i>Analizando os Esboços</i>	76
4.2 <i>Analizando Estudos Modelados</i>	95
4.3 <i>Analizando os Esboços dos Encaixes</i>	98
4.4 <i>Analizando o Modelo Final</i>	100
4.4.1 <i>O Modelo Final</i>	101
4.4.2 <i>Processos de Fabricação</i>	149
4.4.3 <i>Conclusão</i>	163
Bibliografia	166

Introdução

Os seres humanos possuem cinco sentidos e dependem deles para perceber o ambiente ao seu redor. A visão é uma das formas de percepção que mais fornece informação, e é notável que a escuridão é um dos fatores mais limitantes no que diz respeito a nossa capacidade de enxergar, e por essas e outras que o homem sempre buscou dominar a arte e o conhecimento de “criar” e dominar a luz.

É possível perceber a importância dela quando analisamos o nosso dia a dia. A luz está presente em todos os âmbitos da nossa vida, em todos os cômodos da nossa casa, em nossos celulares e até dentro de nossos fornos, micro-ondas ou convencional. E precisamos dela para tudo: Vai tirar uma foto? Precisamos de Luz; Vai ler um documento? Precisamos de Luz; Vai cortar uma cebola? Experimenta sem a luz. Sem ela não saberíamos distinguir uma meia de uma cueca, mesmo sendo providos de outros quatro sentidos, e há quem diga cinco [121].

Séculos após constatarmos a necessidade de claridade para que possamos executar qualquer tarefa banal, é possível observar a diversidade de fontes luminosas que temos a nossa disposição na atualidade. É incandescente, fluorescente, vapor de mercúrio, vapor de sódio, halogêneo. Isso falando das fontes elétricas de luz, ainda existem as lamparinas, lampiões, velas, e por aí vai. O “homem” buscou de todas as formas dominar o uso da capacidade de iluminar não por capricho, mas por necessidade.

Esse projeto, é uma tentativa de conversar com a natureza enquanto buscamos a solução para a nossa falta de “luz”. Durante todo o processo de iluminação do nosso cotidiano, ao longo do último século inteiro, na busca pelo controle do ato de iluminar, inúmeras vezes passamos por cima da natureza, sem questionar se esse ato lhe faria mal.

Foram utilizados metais pesados na fabricação de fontes luminosas e não cuidamos do descarte das mesmas. Foram praticados atos exploratórios em busca de matéria prima sem questionar se a natureza era prejudicada. Foram utilizados óleos de origem animal(baleia) para a iluminação pública e construção civil e promovidas verdadeiras chacinas para a obtenção de tal produto [01], sem se preocupar com a existência desses animais.

Porém, ao longo desses cem anos, enfim alcançamos o momento onde podemos começar a recompensar a natureza por tudo que ela nos deu. Esse projeto trata em primeira instância de diminuir os impactos a “nossa casa”. Podemos mudar de roupa, de celular, de carro e até de continente mas só temos um planeta e está hora de começarmos a tomar conta dele.

Está na hora de sermos mais responsáveis e respeitosos com o meio ambiente, e lembrar que junto com a nossa espécie, existem outras milhares nesse planeta, que são tão donas desse lugar, quanto a gente.

Visto isso, esse projeto tenta dialogar com a natureza em uma das inúmeras questões que ainda temos que resolver para enfim alcançarmos a sustentabilidade. A iluminação nas árvores não é uma tentativa de apenas otimizar os recursos naturais. É também uma busca por diminuição de podas da copa, retiradas de galhos e até de árvores para dar lugar aos postes.

E esse relatório vai além do registro técnico e conceitual do processo de reunião de informações e elaboração de ideias. Esse relatório relata todo o percurso

percorrido na busca pela solução. Ele é íntimo e pessoal. Trata da obtenção de fatores e da observação dos problemas de forma pessoal. Pode-se dizer que é quase um diário. E em alguns momentos ficará bem explícito o humor de que vos escreve.

Esse relatório é honesto e sincero, do começo ao fim, e as dificuldades não foram ignoradas ou subjugadas na tentativa de fazer esse processo parecer simples e perfeito. Aliás, foi algo bem longe disso. E o resultado do projeto, foi dentro das circunstâncias, conhecimentos, entrevistas, relações entre itens e infinitos fatores, o que melhor poderia ser feito.

Capítulo 1

Elementos da proposição

1 Elementos da Proposição

1.1 Apresentação do Problema Projetual

Vivemos num mundo cada vez mais poluído, sobrecarregado e explorado, que ainda assim não é capaz de atender necessidades básicas de seus “usuários”. É possível verificar esta afirmação quando olhamos para as ruas e alguns de seus itens, por exemplo, a iluminação pública.

Os postes tem uma função primordial: padronizar a iluminação de vias e passeios. Entretanto, em áreas muito arborizadas as folhagens das vegetações presentes acabam prejudicando a iluminação correta das ruas e causando uma ausência, quase completa, de luz nas calçadas. É necessário lembrar da importância das árvores para a manutenção da qualidade do ar, da redução das temperaturas e morada da fauna local, para nos conscientizarmos de que não podemos retirar toda a folhagem ou até mesmo as árvores.

A necessidade de iluminar a rua deriva de diversos fatores, o principal deles e sendo a segurança, seja ela a segurança do pedestre cruzando a via, do veículo na via, da fauna, do pedestre no passeio entre outras.

As normas de Iluminação Pública de Vias Veiculares não prevê a implementação de novas soluções uma vez que não se avalia a qualidade da iluminação, e sim a fixação de diferentes tipos de postes de acordo com as características da via em questão. Essas diretrizes já contemplam a segurança da fauna e dos pedestres que por ventura cruzaram a via. Então resta apenas uma problemática a ser solucionada: Segurança dos Pedestres no Passeio.

Para que seja possível observar os problemas de se circular em calçadas, parques e praças com baixa ou nenhuma iluminação, iremos avaliar essa questão de forma mais profunda.

Transitando com Segurança em Locais Públicos:

Uma iluminação pública adequada é relevante todos os pedestres. A luminosidade adequada ajuda a identificar diferentes tipos de situações perigosas, como por exemplo: rampas, escadas, buracos, lagos, rios e etc. É de extrema importância sinalizar qualquer tipo de obstáculo imprevisível e para isso se faz uso de postejamento próximo a esses contratempos.

Existem, ainda, aquelas situações onde o que representa risco é outra pessoa. Segundo o Manual da CEMIG de Projetos de Iluminação Pública, a distância mínima necessária para o reconhecimento de uma atividade suspeita e para a tomada de ações evasivas apropriadas é de quatro metros. A essa distância, o nível de iluminância mínimo para o reconhecimento do suspeito é de cinco lux.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Gerais

O objetivo geral desse projeto é criar um dispositivos de iluminação pública que utiliza as árvores como suporte. A intenção é facilitar o dia-a-dia de pedestres e ciclistas que circulam por áreas comuns a todos durante a noite, contribuir com a segurança desses mesmos locais e, ainda, oferecer uma alternativa sustentável à tecnologia utilizada na contemporaneidade.

Tendo como base vivência do autor do projeto e pesquisas realizadas, é possível observar como a falta de iluminação adequada é um dos fatores mais significativos para o conforto e segurança dos habitantes das cidades em períodos noturnos. As técnicas aplicadas para otimizar o sistema de iluminação vigente são pouco eficazes e muitas vezes o próprio sistema é pouco funcional, e essas questões são traduzidas em problemas para os transeuntes.

Deve-se dizer que esse projeto se presta a solucionar um problema com o desenvolvimento de uma ideia e fazendo pesquisas que tornem viável a execução e aplicação do mesmo mas é necessário reiterar que um designer não tem a competência técnica de um engenheiro, nem urbanista e que todas as pesquisas servem para averiguar a viabilidade dentro desses campos profissionais.



figura 1 – Trecho da rua em frente a residência do autor. Elaboração própria.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Projetar um sistema de iluminação visando uma boa interação com a flora local.
- Procurar soluções que tenham a capacidade de revelar o essencial no período da noite.
- Buscar uma solução que poupe materiais e seja mais eficiente que as predecessoras.
- Não atrapalhar o bom funcionamento biológico das vegetações próximas.
- Não contribuir com os problemas ambientais que são causados por um projeto mal feito e uma instalação inadequada.
- Ser capaz de se adequar as eventuais necessidades que iram aparecer durante o estudo do local onde o sistema será instalado.

1.3 Justificativa

Ser designer é perceber, reparar, olhar, dissecar, mexer, procurar, achar, revolver. Durante o curso de Desenho Industrial, fica claro que essa profissão não é para qualquer um. Deve-se ser capaz de enxergar o problema, não só com a visão, mas com a alma, daí surgem as melhores soluções. Ser designer é entender a sua vocação, não se limitar e saber reconhecer o seu melhor lado e usá-lo da melhor forma possível, seja para fazer uma cadeira ou para melhorar o estilo de vida na sua cidade. Ao perceber essa capacidade, surgiu o campo de atuação para o projeto: A cidade.

Para o carioca, transitar entre dois pontos, por mais perto que seja, nunca é uma tarefa simples. Seja pelo calor, pela calçada desnivelada, pela falta de pontos de acessibilidade para deficientes, semáforos quebrados, falta de educação no trânsito, transporte público ineficiente, falta de planejamento urbano e etc. Esses problemas podem se estender por linhas, frases e até parágrafos. Dentre todas as adversidades vividas dentro desse centro urbano, uma das mais simbólicas é a violência e solucionar essa questão não é um trabalho fácil e muito menos simples. Levará anos para que se possa observar resultados significativos e para a população perceber e vivenciar essa melhora na qualidade de vida. Porém existem medidas provisórias a serem tomadas no que diz respeito a segurança.

A melhoria da iluminação pública é uma delas, e essa diligência não diz respeito somente a segurança, trata também do aumento da qualidade da usabilidade dos espaços urbanos no período da noite. Obstáculos antes mascarados pela falta de iluminação ficam mais aparentes, sinalizações ficam mais evidentes e a cidade aparece, fica clara e, por conseguinte, reconhecida, íntima. O espaço urbano é um prolongamento dos espaços residenciais.

O que esse projeto põe em voga é a necessidade de solucionar alguns problemas que fazem parte do cotidiano não só dos cariocas, mas de pessoas pelo mundo inteiro, através da iluminação pública. Lembrando que esse projeto busca ser o menos maléfico possível para a flora com a qual ele coexiste.

1.4 Metodologia

A metodologia empregada para a realização desse projeto se difere das usuais. Uma vez que o tema trata de inúmeros pontos desconhecidos, buscou-se alcançar um certo grau de conhecimento básico dentro de cada área para que fosse possível elaborar um plano a ser seguido para o desenvolvimento adequado do projeto.

Em um primeiro momento, buscou-se informações acerca do funcionamento das árvores, “suporte” imprescindível na busca pela solução do problema. Essas informações revelariam a consistência do projeto, mostrando os empecilhos e até novas motivações para continuar com a proposta atual. Após constatado a viabilidade do projeto no que diz respeito as árvores, deu-se início a busca por informações técnicas. Esse primeiro momento foi a fase de validação do projeto.

Nesta etapa, foi elaborado um questionário com base nas informações adquiridas na pesquisa inicial e em questões sobre o atual sistema de iluminação pública instalado na cidade do Rio de Janeiro. Então foi marcada uma visita a RioLuz. “A Companhia Municipal de Energia e Iluminação – Rioluz é uma empresa pública de capital fechado, criada com o objetivo de gerir o sistema municipal de iluminação pública da cidade. Vinculada à Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos, a Rioluz fornece licença e fiscaliza as empresas instaladoras e conservadoras de: elevadores, escadas rolantes, planos inclinados, teleféricos e sistemas de ar-condicionado central e exaustão mecânica.”(RIOLUZ, 2014) Realizou-se uma entrevista com a Gerente de Projetos Especiais, Lucia de Brito Cajaty. Após fornecer as informações sobre o projeto, foi recebida a orientação para buscar a Fundação Parques e Jardins. “Criada em 1893 e vinculada à Secretaria Municipal de Meio Ambiente em 1993, a Fundação Parques e Jardins é responsável pela administração dos parques municipais urbanos, planejamento, paisagismo, arborização e projetos, além dos atos normativos referentes às questões relativas às praças, parques e manejo da arborização, conforme editado no Decreto nº 28.981 de 31/01/2008.”(FUNDAÇÃO PARQUES E JARDINS, 2015). Na Fundação Parques e Jardins, foi marcada uma visita com a Gerente de Projeto, Claudia Brack. Depois de realizada as visitas e com algumas perguntas respondidas, foi possível iniciar a parte de Análise de Similares e Materiais.

Passada a parte de captação de informações, iniciou-se a parte de estudos da forma dos sistema atual para que fosse possível elaborar um projeto que se enquadrasse dentro da categoria em que o mesmo se insere, aproveitando as qualidades e aprimorando as imperfeições. Mesmo dentro desse ciclo, ainda foram feitas consultas constantes aos questionários respondidos pelos profissionais da área e ao conteúdo adquirido através das pesquisas.

Depois de toda a parte informacional, e com a parte projetual em andamento, foi iniciada a fase de elaboração da apresentação do projeto e finalização das questões ainda não resolvidas no que diz respeito ao funcionamento.

Para que fosse possível reunir todas as informações necessárias do projeto e priorizar o andamento do mesmo, foi criada uma conta de e-mail para tratar somente dos assuntos relativos ao projeto de graduação. Na nuvem de tal conta, foram colocados os arquivos de backup para caso algum acidente viesse a ocorrer,

como o mal funcionamento do celular usado para gravar a entrevista com a engenheira de projetos especiais Lucia Cajaty.

Reavaliar a metodologia empregada nesse projeto foi um processo árduo por inúmeras razões, incluindo a escolha sobre a temática do mesmo. Já que o tema tratado nesse trabalho possuía relação direta com certa professora que foi compulsoriamente afastada por motivos de idade, sua ausência acabou gerando muitas incertezas quando ao tema a ser escolhido e para ser desenvolvido durante a disciplina. No processo de avaliação dos temas que poderiam ser desenvolvidos, ocorreu uma reunião de informações acerca de cada um deles de forma aleatória, afim de decidir o que seria elaborado na disciplina..

Definir em forma cronológica como ocorreram os processos de reunião de dados, elaboração de modelos, resolução de problemas, escolhas de materiais seria uma tarefa um tanto quanto complicada afinal a maior parte dessas fases ocorreu juntamente com outras fases de outros temas e de acordo com a obtenção de novas informações em cada uma das visitas realizadas.

Esse projeto trata de um grande número de áreas de especificidade, então combinar todas as informações foi um pré-requisito para encontrar uma solução de se adequasse ao projeto em mente.

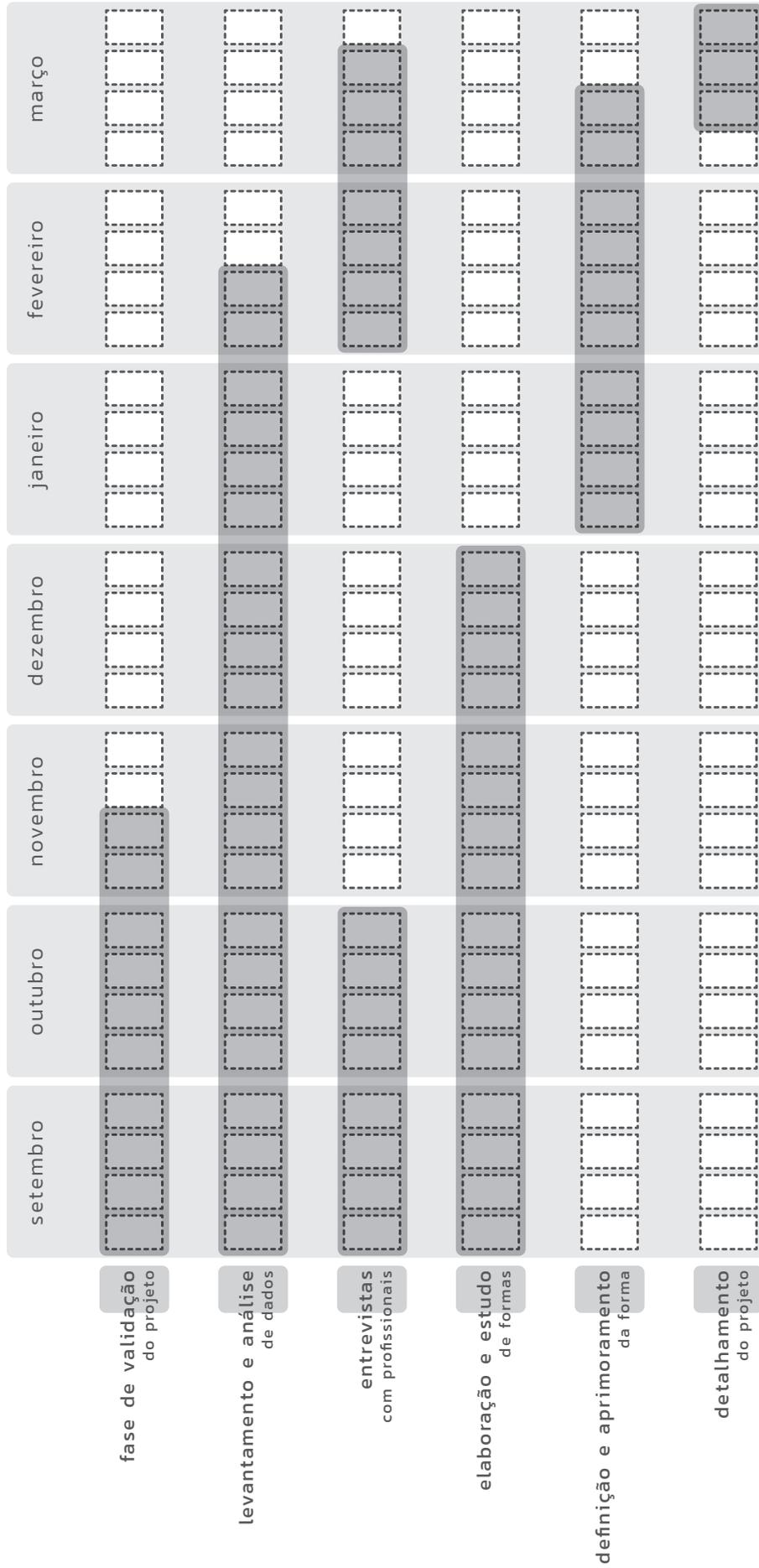


figura 2 – Cronograma utilizado para a execução do projeto. Elaboração própria.

Capítulo 2

*Levantamento, análise e
síntese de dados*

2 Levantamento, Análise e Síntese de Dados

2.1 Considerações da Análise de Dados

Por se tratar de um produto que engloba uma nova proposta, não existem alternativas no mercado que possam se qualificar da mesma forma dentro do mesmo contexto. Para obtenção do conhecimento necessário, será então estudado universos com pontos em comum, tal como a iluminação pública atual ou a indústria de casas na árvore. Logo, será feita uma análise dos sistemas existentes sempre trazendo para o cenário que está sendo usado como padrão para o projeto: Ambientes Arborizados.

Há de ser feita também uma análise de fontes luminosas, uma vez que esse é um dos tópicos mais importantes a serem tratados dentro do projeto e sua temática. Para fins comparativos será buscada uma potência (W) média para que se possa observar uma real comparação.

2.1.1 Sobre os tipos de Lâmpadas

Desde que se tomou consciência da necessidade da iluminação pública muitos tipos de fontes luminosas já foram utilizadas . A partir do momento da eletrificação das fontes luminosas, surgiram inúmeros tipos de lâmpadas com diferentes tipos de funcionamento e mecanismos de ação. Essas lâmpadas podem variar não só na sua durabilidade mas também no gasto energético, na complexidade do seu funcionamento, no preço, no tipo de material usado na sua produção, na uniformidade e até na cor da luz fornecida.

É preciso se estabelecer certos requisitos para que se possa chegar na melhor alternativa a ser empregada em cada situação, uma falta de atenção em um desses fatores pode acarretar na escolha errada e, conseqüentemente, em um maior gasto monetário.

No passado, os diferentes tipos de lâmpadas existentes possuíam vantagens e desvantagens e a escolha da iluminação mais adequada se dava pela comparação e adequação a finalidade proposta. Hoje em dia, com o avanço da tecnologia acontecendo de forma exponencial, as fontes luminosas desenvolvidas não podem e nem devem ser comparadas com as antigas. Certas fontes luminosas só possuem uma inviabilidade econômica em face de outras, e isso apenas no primeiro momento, se formos avaliar no quesito manutenção e gasto energético, as mais novas desbancam as mais velhas inquestionavelmente.

Porém, na intenção de demonstrar de forma irrefutável qual é a melhor alternativa, iremos analisar cada tipo de lâmpada.

Lâmpada Incandescente

Criada por Thomas Edison, é o tipo de lâmpada mais antiga que existe. Consiste na geração de luz através do efeito joule, passando uma corrente elétrica por um material que cria uma resistência, transformando a eletricidade em energia luminosa e energia térmica [07]. Esse simples processo ocorre dentro de um bulbo de vidro, hermeticamente selado e preenchido com gases inertes (argônio ou criptônio) para impedir que o filamento metálico entre em combustão [08].

Neste modelo, apenas uma pequena parte da energia elétrica é convertida em energia luminosa, porque para que isso ocorra, é necessário que o filamento atinja uma certa temperatura, até três mil graus celsius no caso dos filamentos de tungstênio, então a maior parte da energia é gasta na produção de energia térmica [09]. Isso faz com que a sua eficiência luminosa não seja muito alta. Se formos falar sobre a durabilidade desse modelo, o mesmo ficaria em último lugar, chegando a durar até mil horas. A vantagem do modelo é o seu valor, pela simplicidade do sistema de funcionamento da lâmpada. A cor da luz emitida por esse tipo de lâmpada é amarelada, não podendo variar.

luz incandescente

fluxo luminoso		3520 lúmens
eficiência luminosa		18 lúmens/watt
vida mediana		1000 horas
temperatura da cor		2700k
irc		

 informação não encontrada



figura 3 - Especificação da lâmpada incandescente Philips 200W STD-127V200. Elaboração própria.
Fonte da imagem: lâmpada - <http://www.philips.pt/c-p/871150009033105/shock-resistant-lamp-lampada-incandescente/especificacoes>

Lâmpada Fluorescente

Esse modelo funciona com a passagem de uma corrente elétrica entre dois eletrodos metálicos de tungstênio (um em cada extremidade), dentro de um tubo cilíndrico de vidro revestido internamente com Fósforo, Tungstato de Magnésio ou Silicato de Zinco e preenchido com uma mistura de vapor de mercúrio e argônio. A descarga elétrica circula entre os eletrodos passando pela mistura gasosa e gerando radiação UV (ultravioleta). O material do revestimento então transforma o comprimento de onda invisível da luz UV em visível e essa luz é então emitida para o ambiente.

Pelo fato da geração de energia luminosa não se dar através do aquecimento do sistema, a transformação de energia elétrica em energia térmica é muito menor e, conseqüentemente, a perda de energia também, fazendo com que a eficiência luminosa seja consideravelmente maior do que as lâmpadas incandescentes. A coloração da luz resultante depende do gás que preenche o tubo e do material utilizado para revestir o mesmo internamente [10] [12] [13].

luz fluorescente

fluxo luminoso		6000 lúmens
eficiência luminosa		50 a 80 lúmens/watt
vida mediana		6000 a 8000 horas
temperatura da cor		6400k
irc		70% a 80%



figura 4 - Especificação da lâmpada fluorescente llum 100W FL100B16. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - <http://eloscimento.com.br/ps16/lampadas/3284-lampada-fluorescente-3u-20w-127v-6400-6-llum-7897752766192.html>

Lâmpada de Vapor de Sódio de Baixa Pressão

Esse tipo de lâmpada funciona através de uma descarga elétrica dentro de um bulbo de vidro em formato de "U" contendo uma mistura de neônio (99%) e argônio (1%), além do sódio depositado na superfície interna do vidro. Essa fonte luminosa tem certas familiaridades com as lâmpadas fluorescentes no que diz respeito ao sistema de funcionamento.

A energia luminosa é gerada através da ionização dos gases contidos na lâmpada a uma tensão consideravelmente elevada. No momento em que se acende a lâmpada, a descarga que circula através do gás inerte gera uma luminosidade de coloração avermelhada e, a partir do aquecimento da lâmpada, ocorre a vaporização do sódio e então é obtida a luz amarela.

Esse modelo é de arranque lento, ou seja, demora a atingir o ponto ideal de funcionamento, no caso deste exemplar pode-se levar de sete a quinze minutos para observar o funcionamento normal.

As lâmpadas de Vapor de Sódio de Baixa Pressão são extremamente duradouras e possuem uma eficiência energética elevada, o que as fez ser largamente aplicada nas Iluminações Públicas na década de 50. Porém, essa tecnologia possui um IRC de 0%, já que a luz emitida pela fonte não é branca amarelada, e sim, amarela.

Por ser uma tecnologia um tanto quanto ultrapassada, não foi possível encontrar as qualificações técnicas dessa alternativa [18].

luz de vapor de sódio de baixa pressão

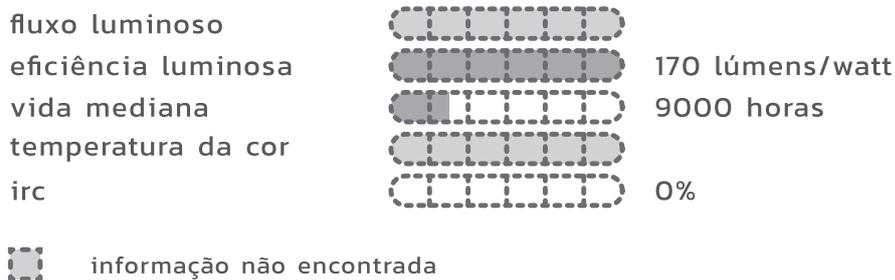


figura 5 – Especificação da lâmpada vapor de sódio de baixa pressão sem modelo. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - <http://www.sofazquemsabe.com/2013/08/comparacao-qualitativa-caracteristicas-tipos-de-lampadas.html>

Lâmpada de Vapor de Sódio de Alta Pressão

As lâmpadas de Vapor de Sódio de Alta Pressão funcionam com a passagem de uma descarga elétrica através do Vapor de Sódio contido no interior do bulbo. A energia que circula entre os eletrodos criam um campo elétrico que energizam os elétrons e excitam os átomos de sódio, emitindo uma luz amarela.

Nesse tipo de lâmpada, existem dois bulbos. Um interno, denominado tudo de descarga, confeccionado de óxido de alumínio sinterizado, material especial para que resista aos ataques químicos do sódio e as altas temperaturas. Já o bulbo externo é confeccionado de borossilicato (vidro duro), e retém o vácuo para proteger o tubo de descarga e os componentes metálicos e isola termicamente os mesmos da temperatura ambiente.

O bulbo interno possui uma mistura de sódio e mercúrio que é parcialmente evaporado no momento em que a lâmpada atinge seu funcionamento ideal. A função principal do mercúrio é evitar a dispersão de temperatura do tudo de descarga evitando a perda de energia e aumentando a eficiência luminosa.

A coloração da luz produzida por esse modelo é um branco dourado, e o mesmo possui uma altíssima durabilidade assim como uma ótima eficiência luminosa [14].

luz de vapor de sódio de alta pressão 400w

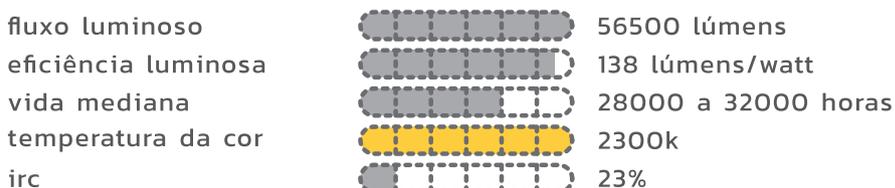


figura 6 – Especificação da lâmpada vapor de sódio de alta pressão Osram 400W VIALOX NAV-E SUPER 4Y. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - <http://www.lojaeletrica.com.br/lampada-vapor-sodio-70w-tubular-e27,product,2351700000158,dept,0.aspx>

Lâmpada de Vapor de Mercúrio

As lâmpadas de Vapor de Mercúrio tem uma estrutura similar ao da Lâmpada de Vapor de Sódio de Alta Pressão formado por dois bulbos. O interno, preenchido com mercúrio e um gás responsável por facilitar a vaporização do mesmo, geralmente o argon, possui três eletrodos, dois responsáveis pela condução da energia elétrica durante o funcionamento normal do sistema, localizados um em cada extremidade, e um de arranque responsável pela descarga elétrica inicial. O bulbo externo é preenchido com um gás inerte em pressão atmosférica durante o funcionamento responsável por estabilizar termicamente o sistema.

Esse modelo produz grande quantidade de luz ultravioleta e na zona infravermelha e para otimizar o rendimento energético da lâmpada, o bulbo exterior recebe um revestimento interno com um pó fluorescente que transforma parte da luz UV em luz visível.

A coloração resultante de todo esse processo é um branco esverdeado ou azulado. Essas lâmpadas possuem uma eficiência luminosa mediana e são relativamente baratas.

luz de vapor de mercúrio 400w

fluxo luminoso		22000 lúmens
eficiência luminosa		55 lúmens/watt
vida mediana		12000 horas
temperatura da cor		4200k
irc		50%



figura 7 – Especificação da lâmpada vapor de mercúrio Philips 400W HPL-N. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada – <http://www.irmaosabage.com.br/produto/Lampada-Vapor+Mercurio-400W-E40-HPL-N-3,900K-Philips/1181/>

Lâmpada de Vapores Metálicos

Esse modelo de lâmpada possui uma estrutura quase idêntica a lâmpada de vapor de mercúrio e surgiu como uma alternativa a esta, uma vez que a alternativa sem o Tálcio e o Índio possui um baixo índice de reconstituição de cores. Nesse exemplar, o mercúrio que é encontrado no tubo de descarga pouco contribui com a emissão de luz. Os custos destas lâmpadas são altos e a sua aplicação fica recomendada a espaços externos em locais onde a representatividade da cor é de suma importância (estádios e locais de shows).

luz de vapores metálicos 400w

fluxo luminoso		33000 lúmens
eficiência luminosa		90 lúmens/watt
vida mediana		15000 horas
temperatura da cor		5700k
irc		70% a 90%



figura 8 - Especificação da lâmpada vapores metálicos Osram 400W HQI-T 400/D PRO. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - <http://www.irmaosabage.com.br/produto/Lampada-+Vapor+Metalico-+400W-E40-Tubular-HPIT+Plus-Philips/1140/>

Lâmpada Mista

Esse modelo de lâmpada é um tanto quanto peculiar, pois ela é uma mistura de diferentes tecnologias. Essa fonte luminosa é do tipo incandescente pois possui um filamento que entra em incandescência para emitir energia luminosa, porém, ela também possui uma concentração de mercúrio em seu interior.

Essa lâmpada foi largamente utilizada para a substituição das lâmpadas incandescentes, principalmente por não precisare de reator para o seu funcionamento. Nos últimos anos foi possível observar o aumento das taxas e tributações em cima dessa tecnologia numa tentativa de desmotivar o seu uso e fazer a troca por tecnologias com um melhor rendimento energético.

luz mista 500 w

fluxo luminoso		14000 lúmens
eficiência luminosa		26 lúmens/watt
vida mediana		10000 horas
temperatura da cor		4100k
irc		49%



figura 9 - Especificação da lâmpada mista Osram 500W HWL. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - <http://www.telhanorte.com.br/lampada-mista-250w-philips-185116/p>

LED - Light Emitter Diode

O primeiro LED foi concebido por Nick Holonyak Jr. da GE em 1962 e em sua primeira aparição era encontrado apenas na cor vermelha em indicadores de funcionamento, famosos "ligado/desligado". Não muito tempo depois apareceram também na cor verde e amarela. Na década de 80, com o avanço da tecnologia de semicondutores foi possível diminuir o tamanho desses emissores de luz e aumentar o brilho da luz emitida pelos mesmos. Entretanto, só em 1993, os pesquisadores japoneses Isamu Akasaki e Hiroshi Amano e o cientista americano Shuji Nakamura conseguiram desenvolver o primeiro LED Azul de alto brilho permitindo a criação do LED Branco.

Dentre todas as tecnologias analisadas, essa é a que mais difere por dois motivos: o primeiro deriva da não existência da passagem de corrente elétrica por filamentos nem gases gerando grande quantidade de calor e o segundo, da grande redução do gasto de energia.

Esse tipo de iluminação funciona pela passagem de uma corrente elétrica por um chip semicondutor. Esse chip possui dois lados: o lado tipo-P (positivo) e o lado tipo-N (negativo). A emissão de luz ocorre com a passagem de elétrons do lado "P" para o lado "N". Este chip semicondutor pode ser confeccionado com arsênio, fósforo ou gálio [21].

Quando comparada as lâmpadas incandescentes é possível observar uma economia de até oitenta por cento e um controle da coloração obtida infinitamente maior, uma vez que variando o tipo e a concentração de matéria do chip semicondutor é possível obter diferentes cores de luz.

luz de led 400w

fluxo luminoso		40000 lúmens
eficiência luminosa		126 lúmens/watt
vida mediana		50000 horas
temperatura da cor		4000k a 6500k
irc		70% a 80%



figura 10 - Especificação da luminária de iluminação pública 350W LED CREE® EXL1006/350. Elaboração própria. Fonte da imagem: lâmpada - <http://www.lojajl.com/produto/329/240288/luminaria-publica-led-cree-exl1006350-350w-33591lm-alto-desempenho-e-eficiencia-equivalente1000w.aspx>

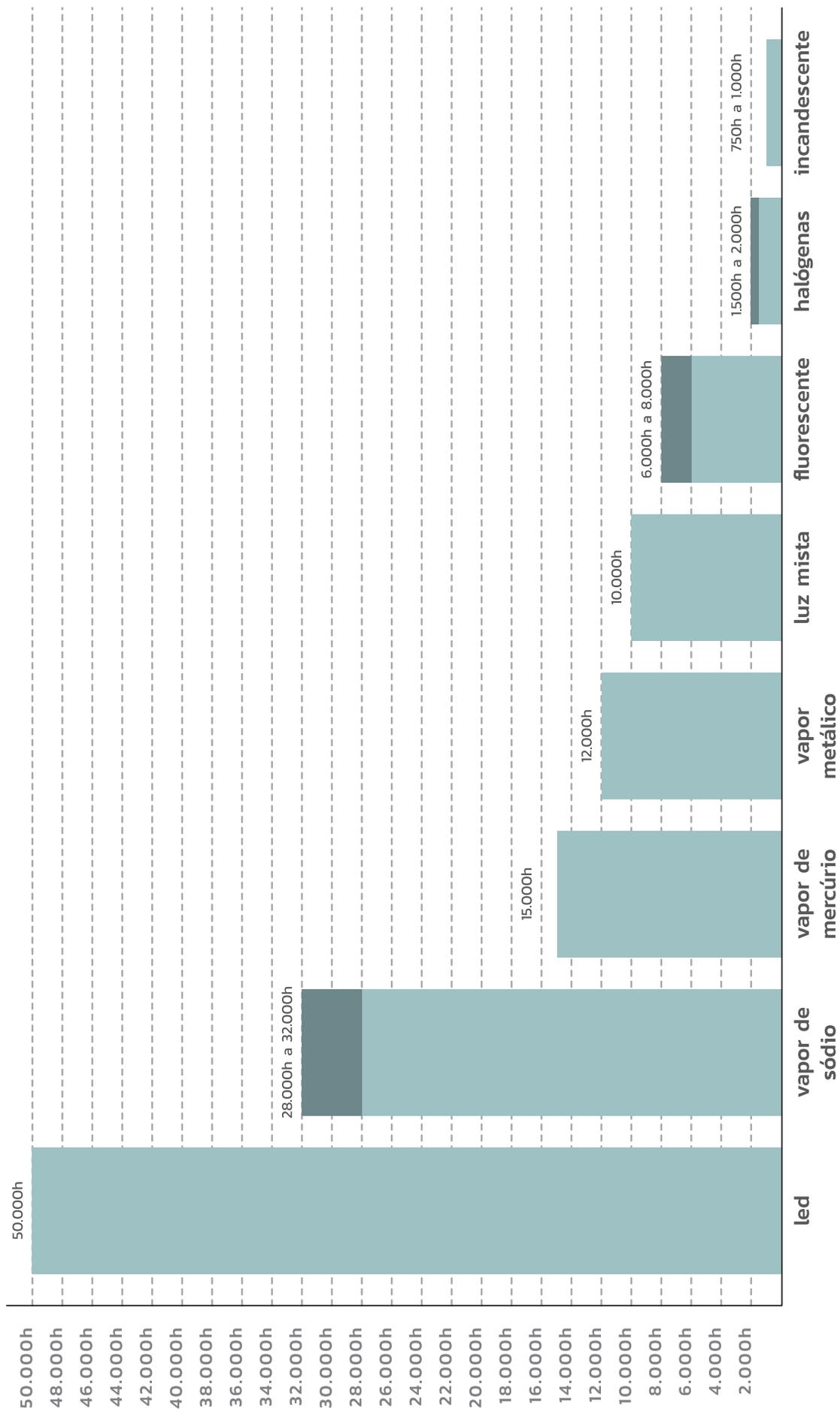


figura 11 - Gráfico de vida útil das tecnologias de fontes luminosas. Elaboração própria.

Conclusão

Foi importante avaliar as fontes luminosas para que fosse possível escolher a tecnologia mais adequada a ser empregada no projeto. Essa avaliação também rendeu informações sobre a resistência mecânica dos dispositivos através da avaliação dos materiais utilizados na fabricação de tais componentes.

Era necessário compreender como se dava o funcionamento básico de cada uma dessas lâmpadas e principalmente itens como a temperatura da cor resultante e a temperatura física do sistema durante o seu funcionamento.

Uma vez que o sistema se propõe a ser largamente aplicado, foi importante analisar o consumo de energia de cada uma dessas fontes para evitar o uso irresponsável da mesma.

2.1.2 Árvores e seus Funcionamentos Básicos

Metodologia de Eleição

Em uma análise feita antes de começar o processo de estabelecimento de diretrizes para o projeto, junto com a Fundação Parques e Jardins, foi possível determinar que diante do grande número de táxons (indica unidade em qualquer nível de um sistema de classificação. ex: *reino, gênero e espécie*) encontrados no Município do Rio de Janeiro seria impossível estudar todas as espécies e criar limitações de uso embasado nessa classificação. Seria necessário, ainda, levar em consideração as condições de crescimento de cada um desses exemplares, analisando cada um dentro de sua conjuntura. Portanto, foi determinado que seria mais acessível fazer um estudo geral sobre o crescimento das árvores e a partir do mesmo estabelecer condições ideais com grandes margens de anuência para a instalação do sistema luminoso. Segundo o Inventário de Cobertura Arbórea do Rio de Janeiro é possível encontrar pelo menos 767 táxons catalogados no município em questão [115].

Tendo esclarecido como será feita a eleição das árvores adequadas para a instalação do projeto elaborado, devemos recorrer então ao estudo do funcionamento biológico das mesmas afim de se criar noções de interação entre o sistema e os organismos e, ainda, estabelecer os fatores restritivos para que seja possível obter a melhor qualidade de iluminação sem danificar nem prejudicar a vida das árvores.

As Árvores

Como todos os seres vivos do planeta, as árvores também passam por fases da vida, tal como nascer, crescer, proliferar e morrer. Estima-se que as primeiras delas apareceram há 390 milhões de anos atrás e algumas espécies bem antigas, datadas de 180 milhões de anos, tal como a *Ginkgo biloba*, permeiam seus habitats até hoje (China e Japão). Mesmo presentes a tanto tempo, não se pode dizer que sobreviver foi fácil para elas; insetos, fungos, mudança de temperatura brusca, ventos fortes e tantos fatores ameaçam a sua existência na terra [42].

Essas espermatófitas (outra forma de se referir as árvores) são compostas por raiz, caule e folhas. A presença das flores e frutos ocorre apenas nas Angiospermas. Já as que não possuem esses dois itens são denominada Gminospermas, tal como a *Ginkgo biloba*. Cada uma dessas partes possuem funções essenciais para o nascer e crescer das árvores e devem ser preservadas. O crescimento se dá de duas maneiras, em altura e espessura, e cada tipo de crescimento é realizado por um sistema diferente denominado meristema primário e secundário [43].

O conteúdo descrito e estudado nas próximas páginas trata da ciência e da morfologia dos vegetais e para a validação das informações, o conteúdo foi revisado pelo biólogo Felipe Bastos.

A Raiz

Essa parte da planta encontra-se normalmente embaixo da terra e tem funções como sustentar o organismo, absorver, estocar e transportar água e nutrientes para o resto da árvore. O crescimento da raiz primária ocorre a partir do embrião e é assim denominada por ser a primeira a aparecer no nascimento da planta [55].

Esse sistema pode ser classificados como pivotante(quando o crescimento das raízes ocorrem principalmente para baixo) ou tubular(quando o crescimento das raízes ocorre principalmente para as laterais). No caso das pivotantes é possível identificar a raiz principal que penetra verticalmente no solo e consegue absorver água e nutrientes das camadas mais profundas do solo. Já as tubulares são grandes raízes achatadas que preferencialmente crescem próximas ao solo, geralmente encontradas nas árvores de grande porte e tem a função de ajudar na sustentação das mesmas. Esse tipo de raiz possui poros que auxiliam na entrada de oxigênio na planta [53].

As raízes são divididas em diferentes regiões, tais como:

- **Coifa:**

É a parte encontrada na ponta da raiz e tem a função de proteger o tecido meristemático(responsável pelo crescimento da raiz) do atrito com o solo ou do ataque de micro-organismos que podem danificar e/ou afetar o crescimento da planta [51] [53] [54] [55].

- **Zona de Crescimento:**

É a região principal de crescimento da raiz onde as células recém formadas passam por um processo de alongamento. Fica localizada logo acima da coifa [53] [54] [55].

- **Zona Pilosa:**

Essa região apresenta células epidérmicas que apresentam estruturas citoplasmáticas semelhantes a pelos, finas e alongadas, que são responsáveis pela absorção da maior parte da água e dos sais minerais que a planta precisa para o seu crescimento e sobrevivência [53] [54] [55].

- **Zona Suberosa:**

É nessa região da raiz onde ocorrem o surgimento das raízes secundárias oriundas da raiz principal. Em cada uma dessas raízes secundárias é possível observar todas as estruturas descritas antes dessa parte da raiz [53] [54] [55].

- **Colo:**

Essa é a zona de transição entre o caule e a raiz.

Todas essas estruturas funcionam em conjunto para sustentar e fornecer os insumos necessários a sobrevivência das árvores. As raízes são tão eficientes que mesmo que 50%(cinquenta por cento) delas seja cortada ou danificadas, as plantas conseguem sobreviver e se recuperar [42].

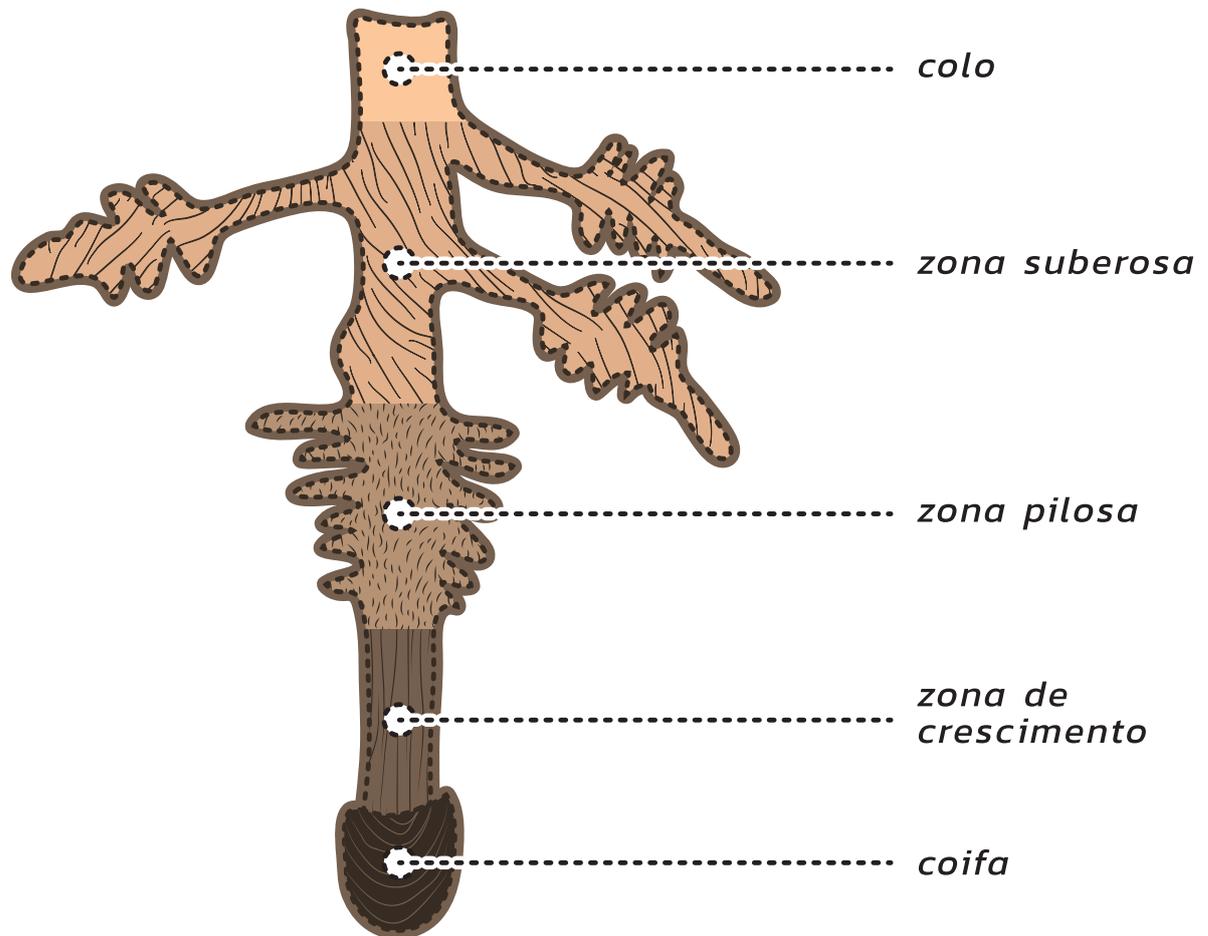


figura 12 - Esquemática da raiz de uma árvore. Elaboração própria.

O Caule

Os troncos das árvores possuem inúmeras funções, tal como sustentação da copa, proteção contra micro-organismos, distribuição de nutrientes e etc. Essa parte da árvore é dividida em diferentes seções sendo: a medula, o cerne, o alburno e o súber. Que podem ser classificadas em duas seções, uma viva e uma morta. A parte viva do tronco se localiza nas camadas mais externas e onde se localizam os tecidos responsáveis pela distribuição, armazenamento e condução de nutrientes entre as diferentes partes da planta. Já a parte morta, o cerne da planta, fica no centro e é a região que constitui a madeira sólida.

O que foi pensado na proposição inicial do projeto, é que o produto resultante dessa equação ficasse situado nessa região do organismo, sendo então de suma importância avaliar as funções de cada um dos tecidos para que se possa simular a interação entre o organismo e o sistema de iluminação. Para isso vamos avaliar o funcionamento básico de cada um desses tecidos.

• Medula:

É a região central, vestígio da estrutura apical da qual se originou o tronco existente. Conforme a altura da medula, é possível observar que as células que compõe as mesma são mais jovens, já que seu surgimento se deu depois das células da base. A sua localização é o marco de crescimento do tronco, que usualmente surge ao redor dessa estrutura.

Em árvores com o crescimento ainda ativo, essa estrutura desemboca no meristema apical(região responsável pelo crescimento vertical da planta).

• Cerne:

O cerne é a região do xilema que já não está mais ativa. Constituída por células enrijecidas, a atual função desse tecido é a sustentação. A diferenciação entre o mesmo e o alburno pode ocorrer na maior parte das plantas pela observação da cor, já que o cerne tende a ter uma coloração mais escura do que o seu "vizinho". Com o passar do tempo, as células do alburno que param de funcionar e morrem, perdendo a sua função principal, vão sendo incorporadas ao cerne.

Apesar de se especular que esse tecido também tenha a função de reservatório de água da planta, a sua principal função ainda se resume a sustentação e a sua integridade, ou falta da mesma, na maior parte das vezes não compromete o funcionamento do restante do organismo, tanto que é comum observar espécies onde o apodrecimento desse tecido e em alguns casos a sua completa destruição ocorre sem comprometer a vida da árvore.

• **Alburno:**

Também conhecida como borne, essa região do tronco é a parte viva do xilema, que é o tecido responsável pela condução de seiva bruta (água e nutrientes absorvidos) da raiz para as folhas. O alburno ainda tem a função de armazenamento ou retornar a água de acordo com a estação do ano e as necessidades hídricas da planta, porém é preciso ressaltar que a função principal desse tecido é de condução da seiva bruta da raiz as folhas.

As células encontradas nessa porção são mais novas do que as encontradas no cerne, somente depois de perder as suas funções que as células desse tecido incorporam a parte morta do xilema.

O tamanho do alburno pode variar de acordo com alguns fatores, o primeiro deles é a espécie das árvores. Existem exemplares que podem chegar a ter até 30 (trinta) centímetros de diâmetro antes do aparecimento do cerne, em condições ideais de oferta de luz e nutrientes, e em outras, existe apenas uma fina camada deste tecido. Outro fator considerável é a quantidade de folhagem que a árvore ostenta, quanto mais folhas ela tiver, maior é a necessidade de nutrientes e água e mais vigoroso será o borne da árvore. Isso também pode variar de acordo com a quantidade de luz e espaço que rodeia a árvore, longe das competições por esses fatores, o crescimento dessas plantas ocorre de forma mais abundante.

Ainda é preciso ressaltar que perto das copas das árvores, a porção viva do xilema tende a ser mais grossa do que nas porções mais baixas, já que o surgimento das células em cada uma dessas partes se deu em momentos diferentes e quanto mais jovem o tecido, menor é a quantidade de células mortas encontradas nele. Levando em consideração que acidentes acontecem, saber que feridas profundas causadas na árvore, resultando em danos ao borne, podem contribuir com o seu declínio.

O crescimento do tronco em espessura ocorre ao longo de toda a vida das árvores, porém, considerando que uma planta viva em condições imutáveis de oferta de insumos (nutriente, água, luz, oxigênio e etc), será possível observar um crescimento mais rápido na sua juventude e com o passar do tempo o mesmo irá declinar. Quando atinge a maturidade, a copa das árvores se tornam mais abertas e a produção anual de madeira diminui.

• **Floema:**

Após ter sido conduzida até os órgãos fotossintéticos das plantas, a seiva bruta composta por água e nutrientes é processada e se torna a seiva elaborada, uma solução aquosa composta por substâncias orgânicas. Essa solução é então distribuída pela planta através do Floema. Esse tecido fica responsável por levar a seiva elaborada das folhas até os órgãos da árvore na função de nutri-los.

Normalmente é possível encontrar esse órgão nas partes mais periféricas, logo após a porção viva do xilema, mas existem alguns casos onde o floema pode, por alguma eventualidade aparecer mais internamente do que o xilema e nesses casos eles são denominados de Floema incluso. Porém isso se caracteriza como um comportamento anômalo.

- **Periderme:**

É a parte mais externa da planta e geralmente aparece após um ano de vida. Esse tecido é composto de diferentes partes com uma função em comum: Proteger a árvore do mundo externo.

Dentre as partes que compõem a periderme está o felema, mais conhecido como súber, é um tecido vegetal que possui como função a proteção mecânica, impermeabilizante e na preservação contra micro-organismos nocivos a saúde da árvore. Com uma função um tanto quanto parecida, a Ritidoma, outra parte desse grupo de tecidos, e que existe com as mesmas finalidades, se difere do felema por sua composição celular, ou pela falta dela, já que é constituído de células mortas e é a parte mais externa da árvore.

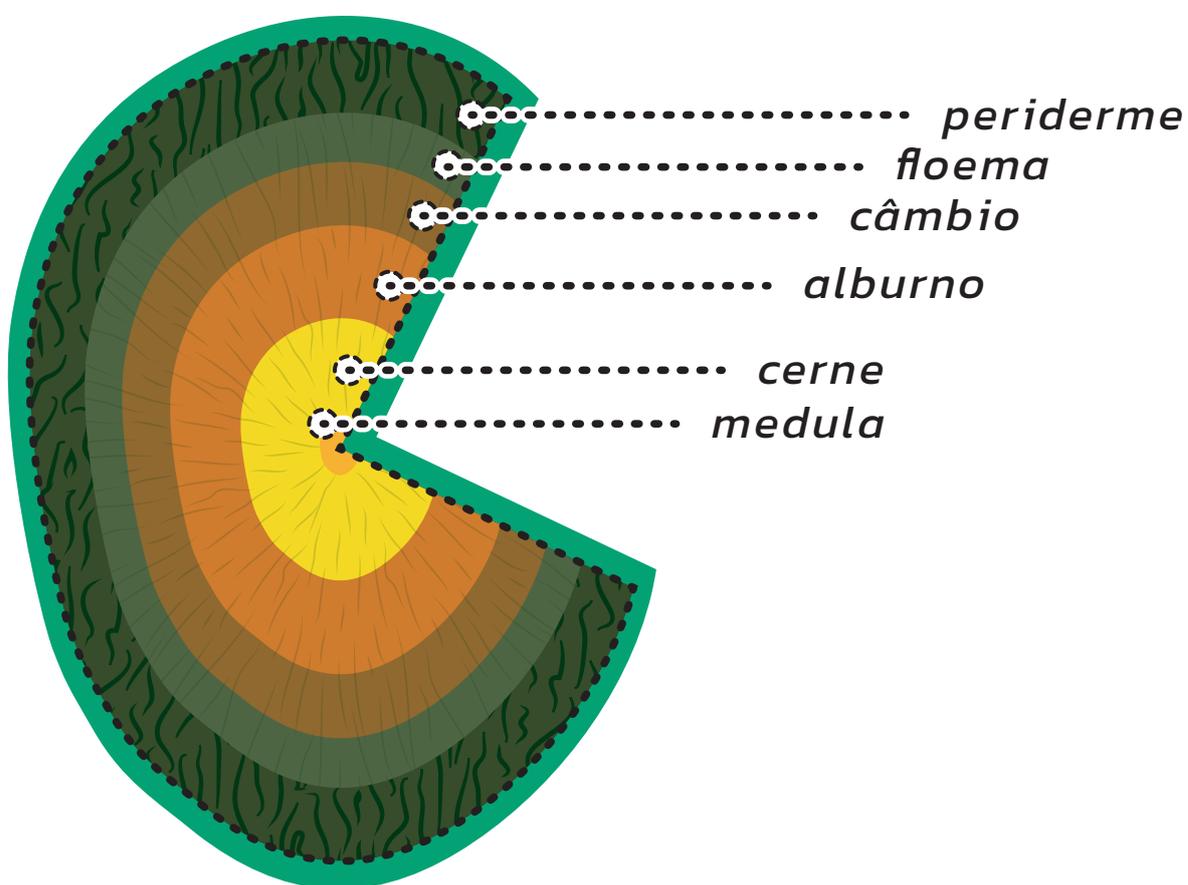


figura 13 – Esquemática da seção do tronco de uma árvore. Elaboração própria.

As Folhas

As folhas são a parte da árvore responsável pela produção da seiva elaborada, solução aquosa composta por substâncias orgânicas, através da seiva bruta, água e nutrientes, do dióxido de carbono presente na atmosfera e da fotossíntese. O dióxido de carbono é absorvido da atmosfera pelos estômatos localizados na superfície das folhas num processo onde esses órgãos liberam oxigênio e água para o meio e absorvem os componentes necessários.

As árvores podem ser classificadas de duas formas de acordo com as suas folhas, caducas ou perenes. As caducas são as que em determinado período do ano, geralmente épocas de baixa temperatura, perdem toda a sua folhagem em consequência da baixa luminosidade e para a preservação de água, já que usualmente grande parte das folhas congelam e caem. Já nas plantas com vegetação perene, a folhagem é mantida o ano todo e essas geralmente habitam regiões de clima tropical [43].

Assim como a maior parte dos organismos que habitam o planeta, as árvores também trabalham sofre a influência de hormônios e todos os sinais que o ambiente dá pode representar um estímulo para elas. Ainda existe um estudo realizado pelo Centro de Pesquisa Ecológica de Tihany, na Hungria, que diz que as árvores dormem. Na tentativa de constatar esse fato, os pesquisadores decidiram calcular a mudança da posição dos galhos, já que durante a noite não ocorre fotossíntese, e então há uma diminuição de pressão dentro das células vegetais o que leva ao "relaxamento" dos galhos. Eles afirmam que as plantas fazem isso para poupar energia pois que não ocorre nenhuma atividade fotossintética. Para que fosse possível avaliar essa diminuição de tensão, ele decidiram registrar com escâner a laser, já que o flash da câmera poderia alterar os resultados, a posição dos galhos em intervalos de dez minutos, desde o anoitecer até o amanhecer. Foram escolhidas duas árvores em localidades e climas diferentes, uma na Austrália e outra na Finlândia, e ao comparar todas as 154 imagens, 77 para cada árvore, foi possível observar que os galhos ficaram 10 centímetros mais caídos durante a noite [62].

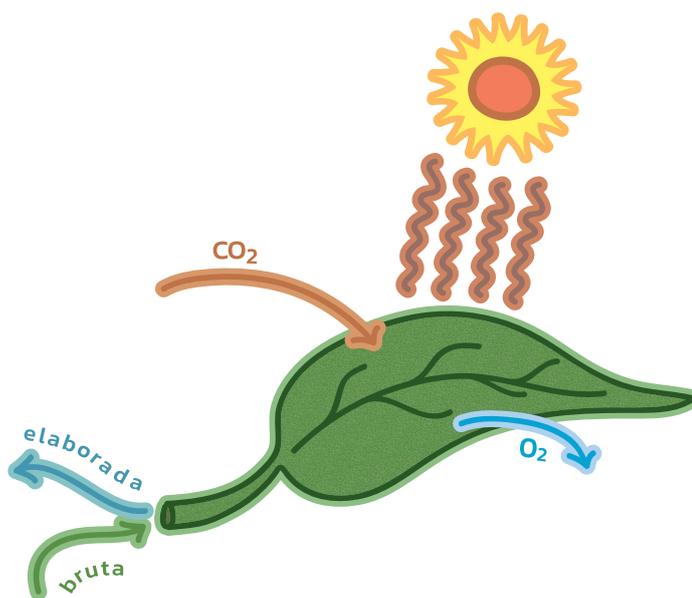


figura 14 - Esquemática do funcionamento das folhas.
Elaboração própria.

Conclusão

Estudar as árvores foi importante para que fosse possível solucionar os problemas projetuais que iriam aparecer. Uma vez que o projeto tem como base a boa interação com os esses seres vivos, era importante compreender quais fatores poderiam fazer mal a saúde da árvore e como solucioná-los de forma efetiva.

Entender a estrutura fisionômica e fisiológica dessas plantas possibilitaria adequar itens e funcionalidades do sistema para que o mesmo funcionasse da melhor forma possível compreendendo as possibilidades e limitações.

Através desse estudo foi possível observar que esses organismos vivos não possuem uma forma limitada. No que diz respeito a forma das árvores, é possível observar as mais diferentes situações de adaptação e crescimento.

Segundo o inventário da COMLURB [115], dentro dos 767 táxons encontrados no município do Rio de Janeiro, a população de árvores plantadas na área urbana do Rio, incluindo espaços urbanos verdes como Aterro do Flamengo e Quinta da Boa Vista, é composta por 146 táxons. Esse tipo de vegetação é classificado como Arboreto Urbano Público e se refere a tipologia presente dentro da espaço denominado como Área Urbana no mapeamento da cidade. O número de exemplares arbóreos vivos quantificado dentro dessa nomenclatura é de 523.883 e é separado em diferentes grupos de acordo com características em comum.

Na página a seguir, é possível observar os grupos em que essas árvores estão separados, as espécies que compõe cada um dele, o número de exemplares e a sua representatividade perante o todo. As informações contidas na tabela foram encontradas no inventário de cobertura arbórea disponibilizado pela engenheira Lucia cajaty.

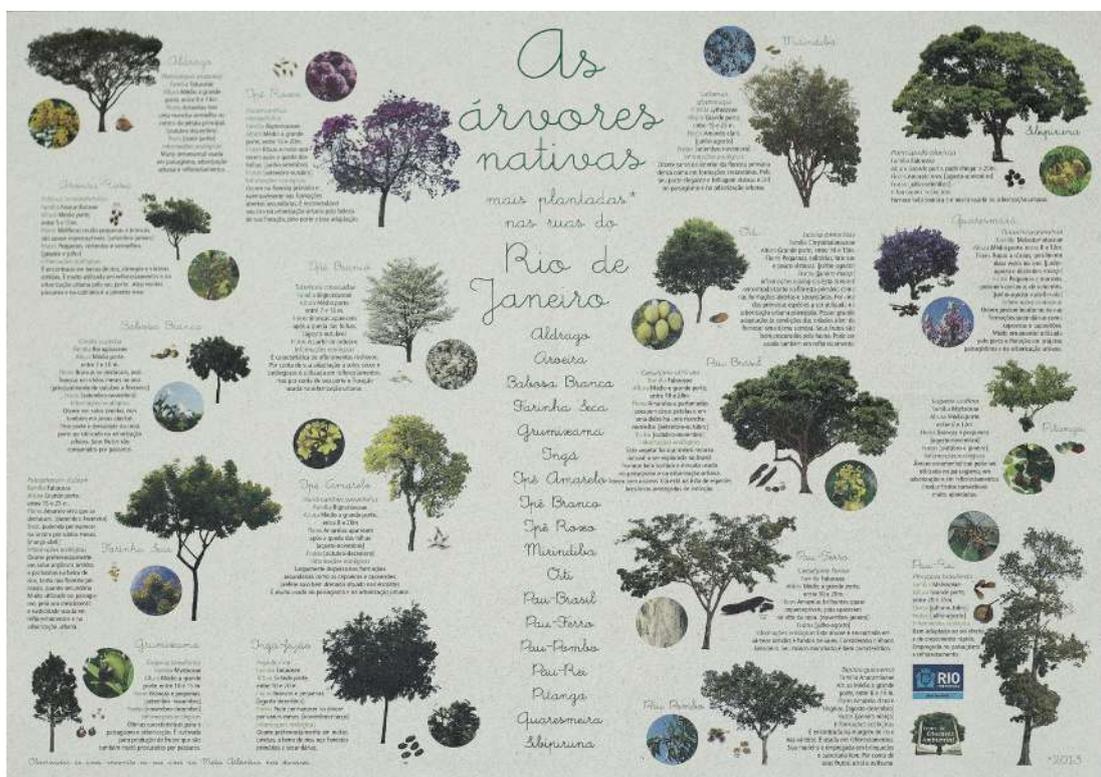


figura 15 – Informativo de veiculação sobre as árvores nativas mais encontradas nas ruas do Rio de Janeiro. Elaboração própria.

ordem	grupos	espécies	frequência	%
1	Amendoeiras	<i>Terminalia catappa</i> L. (amendoeira)	65.644	12,5
2	Cassias	<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC. (chuva-de-ouro)	14.427	2,8
		<i>Cassia fistula</i> L.		
		<i>Cassia grandis</i> L.f. (cassia-rosa)		
		<i>Cassia</i> spp.		
		<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby (senna-siamea)		
		<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby (gema-de-ovo)		
3	Ficus benjamina	<i>Ficus benjamina</i> L. (figueira-benjamins)	34.070	6,5
		<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem. (ficus elastica)		
		<i>Ficus lyrata</i> Warb. (figueira-lira)		
		<i>Ficus microcarpa</i> L.f. (ficus-microcarpa)		
		<i>Ficus religiosa</i> L. (figueira-sagrada)		
		<i>Ficus variegata</i> Blume (figueira-benjamins-variegata)		
4	Figueiras	<i>Ficus</i> spp.	32.807	6,3
5	Flamboyant	<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf. (Flamboyant)	20.741	4
6	Ipês	<i>Handroanthus</i> spp.	33.248	6,3
		<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos (ipê-amarelo)		
		<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith (ipê-branco)		
		<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos (ipê-rosa)		
7	Litoral	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos (ipê-roxo)	9.297	1,8
		<i>Mimusops coriacea</i> (A. DC.) Miq. (abricó-da-praia)		
		<i>Talipariti tiliaceum</i> (L.) Fryxell (algodoeiro)		
		<i>Talipariti pernambucense</i> (Arruda) Bovini (algodoeiro-da-praia)		
		<i>Clusia</i> spp.		
8	Munguba	<i>Coccoloba</i> spp.	26.117	5
9	Oiti	<i>Pachira aquatica</i> Aubl. (munguba)	24.527	4,7
10	Palmeiras	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch (oiti)	55.289	10,6
		<i>Cocos nucifera</i> L. (coqueiro)		
		<i>Dyopsis lutescens</i> (H.Wendl.) Beentje & J.Dransf. (areca-bambu)		
		<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F.Cook (palmeira-imperial)		
		<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman (Jerivá)		
		<i>Livistona chinensis</i> H.Wendl. (palmeira-leque)		
11	Pinheiros e casuarinas	<i>Arecaceae</i> spp.	5.886	1,1
		<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze (araucária)		
		<i>Casuarina equisetifolia</i> L. (casuarina)		
		<i>Cupressus sempervirens</i> L. (cipreste)		
		<i>Araucaria columnaris</i> (G.Forst.) Hook. (pinheiro-de-natal)		
12	Semi-ornamental	<i>Pinus</i> spp.	35.888	6,9
		<i>Nerium oleander</i> L. (espirradeira)		
		<i>Lagerstroemia indica</i> (L.) Pers (resedá)		
		<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw. (flamboyant-de-jardim)		
		<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth (ipê-de-jardim)		
		<i>Plumeria rubra</i> L. (jasmim-manga)		
13	Outras árvores	<i>Ligustrum</i> spp.	165.942	31,7
		<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack (jasmim-de-jardim)		
total geral			523.883	100

tabela 1 - Grupos e espécies de vegetações encontradas nas áreas urbanas.

2.1.3 Sobre a Iluminação Pública

A ato de se iluminar os centros urbanos apareceu como uma necessidade de acompanhar o crescimento das cidades. Uma iluminação eficiente incentiva atividades culturais e de lazer noturno, favorecendo o comércio e o turismo. Em resumo, contribui com o desenvolvimento social e econômico dos grandes centros e melhora consideravelmente a qualidade de vida [03].

Por volta de 1500, antes da descoberta dessas terras e após a chegada dos portugueses, os índios que aqui habitavam faziam o uso de fogueiras e da luz da lua para como forma de clarear as suas noites.

Os estrangeiros trouxeram com eles da Europa um novo meio de criar luz, as lamparinas que funcionavam a base de óleo vegetal, mais comumente o óleo de oliva nessa época, mas por causa da origem dos combustíveis e por causa do seu valor, somente a elite tinha acesso a esse aparato. Para que fosse possível baratear os custos operacionais dessas peças, o óleo de oliva foi substituído por alternativas produzidas em solo brasileiro, tal como o óleo de coco e de mamona, sendo o segundo o mais popular. Mais tarde iniciou-se a produção de óleos a base de gordura animal (principalmente animais aquáticos) e também de velas a partir de cera de abelha e gordura, produto que possuíam um alto valor e por isso não eram achados nas residências das camadas menos abastadas da sociedade. Até meados do século XVIII, não se tinha indícios da utilização de iluminação artificial durante a noite em perímetro urbano. Durante épocas festivas era possível observar que a população fazia uso de velas, produzidas com sebo e gordura, para iluminar as fachadas de suas casas e conseqüentemente as ruas.

A iluminação pública da forma que a gente conhece só foi introduzida na cidade do Rio de Janeiro em 1794, e era feita com lamparinas a base de óleos vegetais e animais. Em cidades como São Paulo, essa mesmo método de iluminação só foi observado por volta de 1830. Essa "tecnologia", ou falta dela, tinha uma grande ressalva, era necessário que funcionários acendessem cada uma delas todos os dias antes do anoitecer [04].

Já em 1854, a cidade de São Paulo foi a primeira a receber um sistema de iluminação pública que funcionava a gás. Esse lâmpões ficaram em uso até o ano de 1936 e foram sendo progressivamente substituídos pela luz elétrica a partir de 1905, quando enfim as ruas dessa cidade passaram a ser iluminadas utilizando eletricidade. Porém, a energia elétrica como "combustível" para a iluminação pública começou a ser utilizado um pouco antes, mais precisamente em 1883, na cidade de Campos no Rio de Janeiro, devido a sua proximidade com uma usina termoelétrica. A cidade do Rio de Janeiro porém, só veio a desfrutar desse avanço no ano de 1904.

2.1.4 Sobre os termos Técnicos

Para que seja possível a compreensão das comparações e do estudo realizado sobre os diferentes tipos de lâmpadas, é importante saber o significado de cada termo, sendo assim possível entender de forma abrangente o que está sendo falado em cada parte da pesquisa.

Esses termos técnicos tem a função de especificar diferentes relações entre diferentes unidades, por exemplo, "eficiência luminosa", que trata da relação entre cada lúmen (medida de luz) e cada Watt (medida de potência). Ou de quantificar de forma específica algum fator. Dentro dessas diferentes qualificações é possível encontrar inúmeras alternativas que podem se adequar melhor as intenções que se tem como finalidade.

É importante lembrar que esses termos possuem uma profunda técnica e que aqui trataremos deles de forma compreensível a todos, já que, nessa altura da pesquisa, eles possuem apenas valor comparativo.

•Intensidade Luminosa

A intensidade luminosa trata da quantidade de luz emitida por um corpo luminoso em uma determinada direção ou angulação. Esse termo está ligado as lâmpadas refletoras aonde o mesmo está diretamente ligado ao ângulo do fecho [31] [116].

Unidade: Candelas - Cd | Símbolo: I

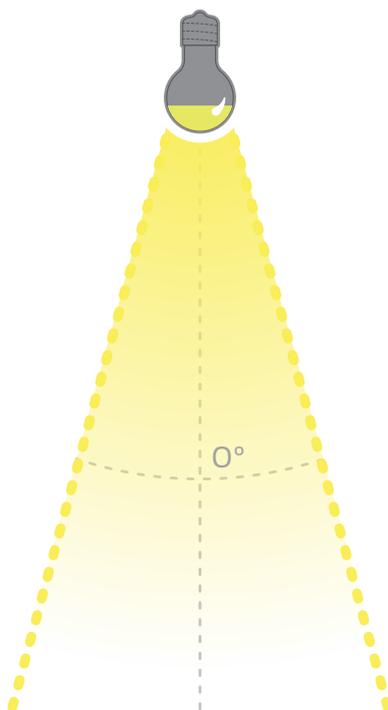


figura 16 - Representação gráfica da Intensidade Luminosa. Elaboração própria.

•Fluxo Luminoso

Essa unidade trata da quantidade de luz emitida por um corpo luminoso em todas as direções possíveis [31] [116].

Unidade: Lumen - lm | Símbolo: O

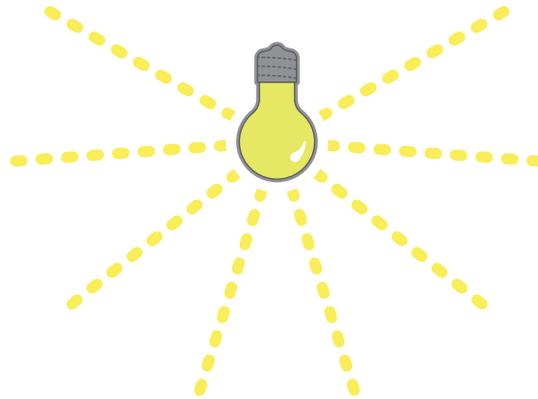


figura 17 - Representação gráfica do Fluxo Luminoso. Elaboração própria.

•Iluminância

A Iluminância é o termo que trata da medição do fluxo luminoso que consegue alcançar a área de uma superfície, ou seja, a quantidade de luz que chega a um determinado ponto [31] [116].

Unidade: Lux | Símbolo: E

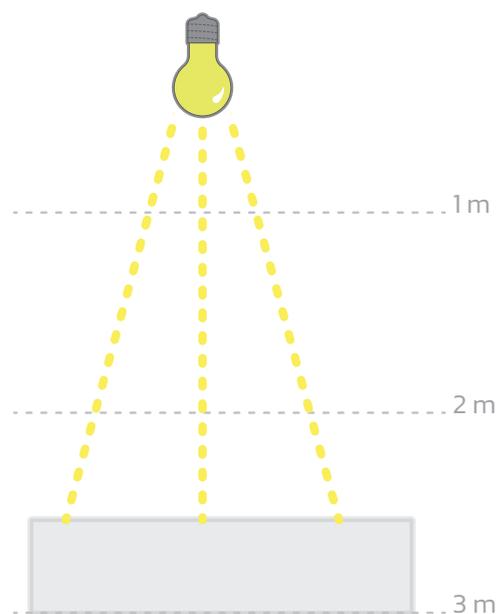


figura 18 - Representação gráfica da Iluminância. Elaboração própria.

•Índice de Reprodução da Cor(IRC)

Esse termo trata da relação entre a cor real de um objeto ou superfície e da cor percebida sob um determinado tipo de iluminação utilizado. Esse índice é quantificado de 0(zero)% a 100(cem)%, e quanto mais próximo de 100(cem) maior é a fidelidade da cor que pode ser observada no objeto que está sendo iluminado [31] [116].

Unidade: % | Símbolo: ICR

excelente	90% a 100%	testes de cor floricultura
muito bom	80% a 89%	escritórios lojas
bom	70% a 79%	áreas de circulação escadas
razoável	60% a 69%	oficinas ginásios esportivos
regular	40% a 59%	depósitos postos de gasolina pátio de montagem industrial
insuficiente	20% a 39%	vias de tráfego estacionamento canteiros de obra

figura 19 – Classificação da iluminação de acordo com o nível do índice de reprodução da cor. Elaboração própria.

•Temperatura da Cor

Esse termo está diretamente relacionado ao Índice de Reprodução da Cor, já que ele trata da aparência cromática da luz emitida por determinado corpo luminoso. Quantificamos e qualificamos essa medida em Kelvin (K), unidade de temperatura, e quanto maior a “temperatura” mais branca e clara é a luz obtida.

De acordo com a temperatura da cor da lâmpada é possível determinar o local de aplicação correto, já que temperaturas mais baixas tendem a ser aplicados em lugares aconchegantes e temperaturas mais altas, em lugares mais impessoais e movimentados [31] [116].

Unidade: Kelvin | Símbolo: K

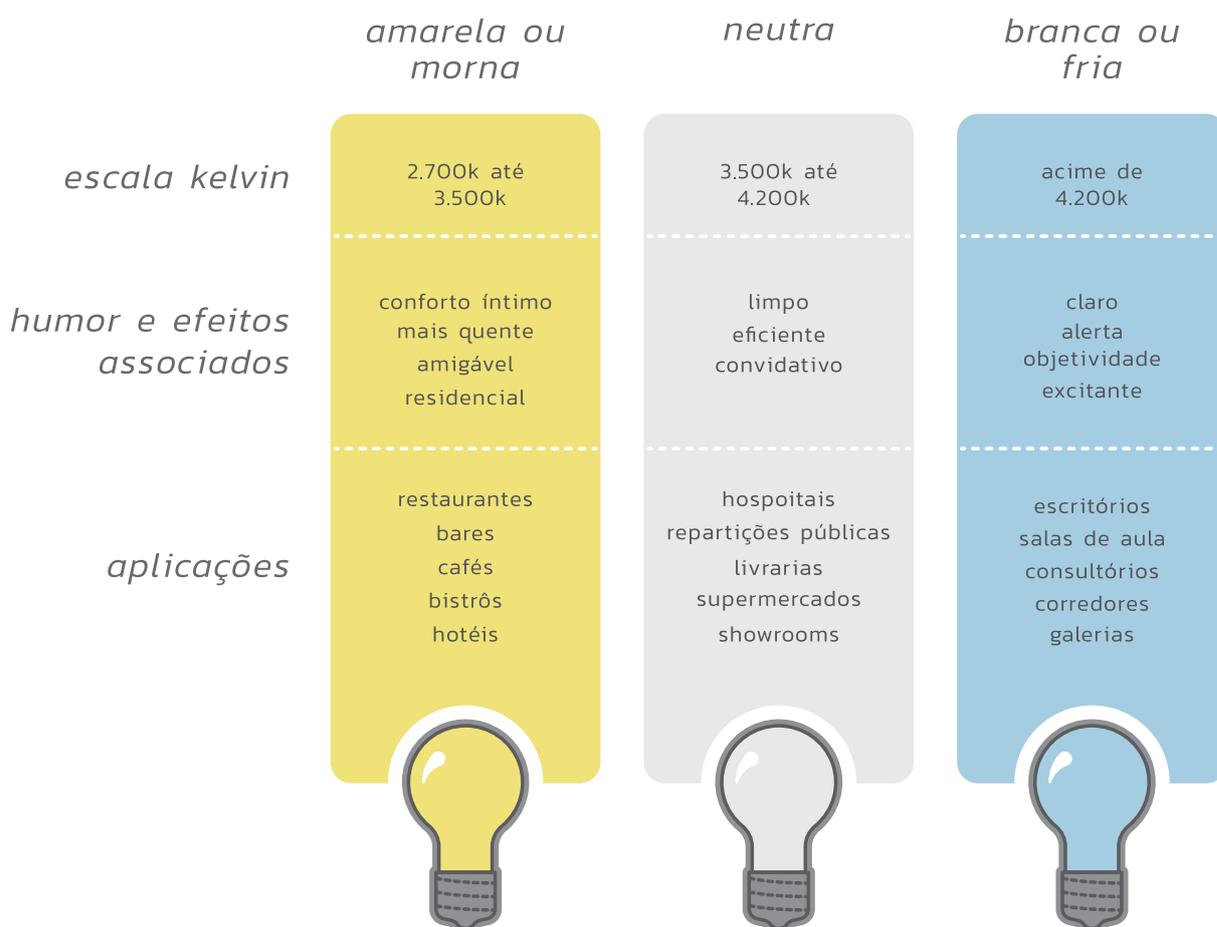


figura 20 - Classificação das temperaturas da cor e suas aplicações. Elaboração própria.

•Eficiência Luminosa

Esse termo relaciona a quantidade de luz emitida em todas as direções, ou seja, o fluxo luminoso, com a quantidade de energia gasta para que isso tenha ocorrido. É a relação de quantos lúmens conseguem ser produzidos para cada Watt consumido [31] [116].

Unidade: Lumens/Watt | Símbolo: lm/w

2.1.5 Poluição Luminosa do Céu Noturno

Em outros tempos, civilizações utilizavam do céu a noite e dos seus atributos para se guiarem em suas veredas. Nos dias de hoje essa necessidade desapareceu quase por completo, mas não é só com essa finalidade que devemos nos preocupar, observar o céu ainda é uma atividade da ciência e até de lazer que já não podemos fazer com tanta frequência.

A poluição luminosa vem acontecendo ao longo de décadas, com o crescimento de grandes cidades e com o surgimento de outras maiores ainda, deixar a luz apagada não é possível. Ainda com os grandes avanços tecnológicos e com a queda contínua do preço de tecnologias antigas ao passo que novas vão surgindo, ter uma lâmpada em casa se fez essencial e não mais um luxo, como já foi um dia.

Mas essa popularização e aumento drástico do uso delas tem o seu preço, a poluição luminosa do céu noturno. E os problemas não se resumem a incapacidade de se observar o céu e as estrelas, os danos podem ser ainda maiores quando observamos a nossa saúde.

Segundo o The Daily Dot, um jornal eletrônico, estudos realizados pela “The University of Colorado”, em Boulder, sugerem que o aumento da iluminação artificial no período da noite pode aumentar o risco de depressão e obesidade. Esse mesmo fator ainda pode suprimir os níveis de melatonina, hormônio regulador do sono, no período da noite o que pode causar um sono “não reparador”, aquele em que se acorda cansado, podendo levar a outros problemas.

Segundo estudos recentes realizados pelo Centro Nacional de Informações Ambientais (NCEI, nos EUA), 80% das pessoas que habitam a América do Norte e 60% dos que habitam a Europa não podem observar os braços da Via Láctea e as estrelas adjacentes a ela, isso ocorre principalmente por causa da Poluição Luminosa. Esse mesmo estudo aponta que 80% do mundo, e 99% dos EUA tem dificuldades de observar as estrelas pelos mesmos motivos. O responsável por isso é o efeito “SkyGlow” que é quando os feixes de luz encontram obstáculos na atmosfera, tal como poeiras, gases e etc, refletem e difundem-se nos mesmos gerando esse brilho no céu [64].

Quando olhamos para as cidades, percebemos que a maior fonte de energia luminosa exposta seria a da Iluminação Pública, uma vez que as de origem particular ficam em sua grande maioria, restrita ao ambiente em que estão localizadas. Mas não há como se desligar nem retirar as luzes da rua. As soluções plausíveis são de diminuir o fluxo luminoso direcionado ao céu com candeeiros e luminárias adequadas e utilizar fontes luminosas mais eficientes para diminuir a quantidade de luz para se iluminar a rua.

Quando observamos, notamos como a forma do candeeiro faz toda a diferença. Na luminária esférica, há uma perda significativa de energia luminosa, afinal metade dela é direcionada para o céu, árvores, janelas e etc. O problema de um sistema ineficiente não se resume ao ofuscamento do brilho das estrelas. A luz oriunda de um poste não eficiente entra pelas janelas e passagens e contamina ambientes privados, atrapalhando no exercício de uma tarefa específica, ou até na qualidade do sono da pessoa que ali reside, essa é denominada “Luz Invasora”.

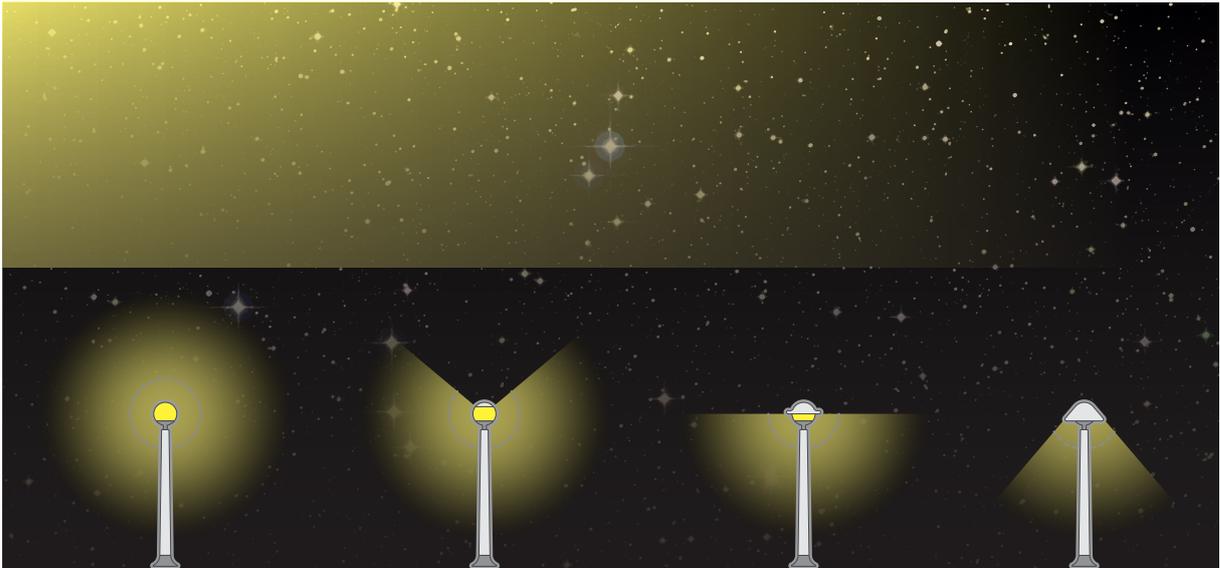


figura 21 – Esquemática da poluição luminosa baseada no formato da Luminária e seu tipo de distribuição. Elaboração própria.

2.1.6 Tipos de Luminárias

A Iluminação Pública é algo amplamente utilizada e para que seja obtido um resultado padronizado para todas as localidades, existe uma normativa relacionada a instalação e utilização da mesma. A NBR 5101 é a norma da ABNT responsável por regulamentar todos os procedimentos referentes a Iluminação em espaços públicos.

A maior parte das normas se refere a vias com trânsito de veículos motorizados e como o público alvo desse projeto são os pedestres e ambientes voltados a uso exclusivo dos mesmos, só foram analisadas e estudadas as normativas que tratavam da interação do produto final com o usuário, do produto final com o ambiente, do produto final com o abastecimento, do produto final com as normas ambientais.

No que diz respeito a interação da Iluminação pública com o usuários, temos alguns fatores mais importantes que levam as luminárias a serem classificadas de formas diferentes de acordo com o controle de distribuição lumiosa de cada sistema. Esse fator tem que ser avaliado para que os ônus da iluminação pública seja minimizados e problemas como o ofuscamento do céu noturno, a luz invasora e desperdício de energia sejam evitados.

Uma luminária adequada pode otimizar o fluxo luminoso, aumentar a iluminância de uma fonte luminosa, aumentar a uniformidade da luz no meio, poupar energia iluminando mais. Essas peças podem ser qualificadas de quatro formas diferentes de acordo com o controle da distribuição [112].

•Distribuição Completamente Limitada(Full Cut-Off):

Diz respeito as luminárias aonde acima de 90°(noventa graus) a intensidade luminosa é inexistente e acima dos 80°(oitenta graus) a intensidade luminosa observada é equivalente a 10%(dez) ou menos dos lúmens nominais da fonte empregada no sistema. Essa medição é aplicada a todos os ângulos verticais que circundam a luminária em questão [112].

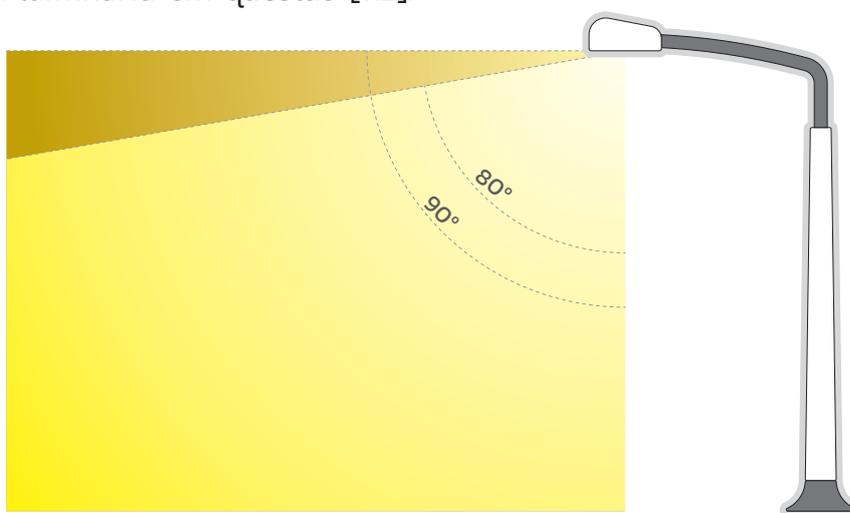


figura 22 – Esquemática da Luminária com distribuição completamente limitada. Elaboração própria.

• Distribuição Limitada (Cut-Off):

Diz respeito as luminárias aonde acima de 90°(noventa graus) a intensidade luminosa é de apenas 2,5%(dois inteiros e cinco décimos) e acima dos 80°(oitenta graus) a intensidade luminosa observada é equivalente a 10%(dez) ou menos dos lúmens nominais da fonte empregada no sistema. Essa medição é aplicada a todos os ângulos verticais que circundam a luminária em questão [112].

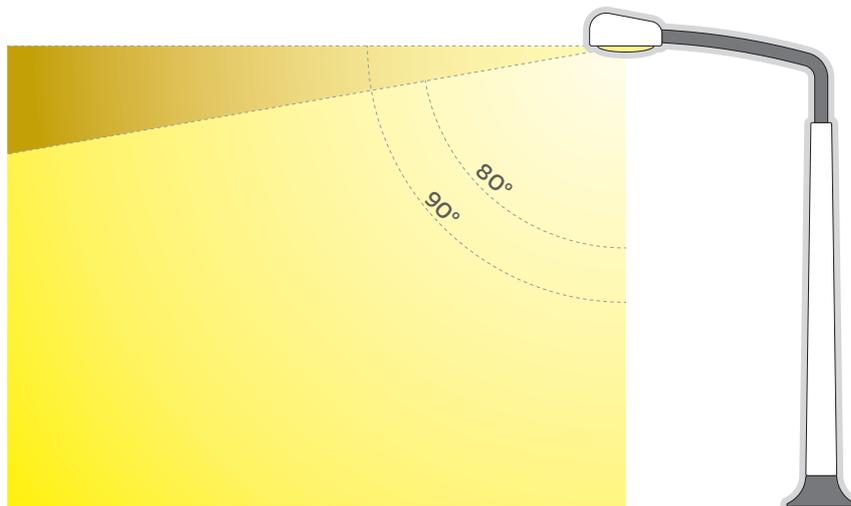


figura 23 - Esquemática da Luminária com distribuição limitada.
Elaboração própria.

• Distribuição Semi Limitada (semi cut- off):

Diz respeito as luminárias aonde acima de 90°(noventa graus) a intensidade luminosa é de até 5%(cinco) e acima dos 80°(oitenta graus) a intensidade luminosa observada é equivalente a 20%(vinte) ou menos dos lúmens nominais da fonte empregada no sistema. Essa medição é aplicada a todos os ângulos verticais que circundam a luminária em questão [112].

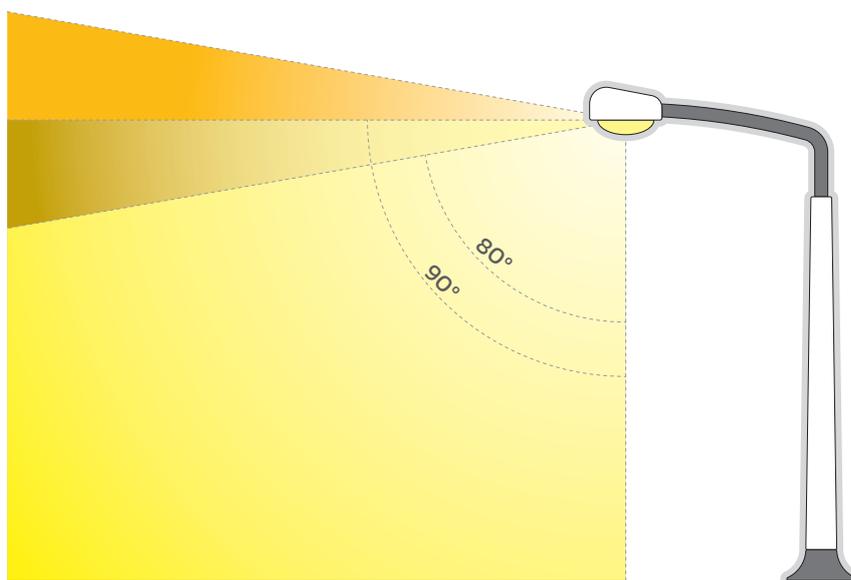


figura 24 - Esquemática da Luminária com distribuição semi limitada.
Elaboração própria.

- **Distribuição Não Limitada (non cut- off):**

Quando a luminária em questão não faz o controle do fluxo luminoso produzido pela fonte empregada [112].

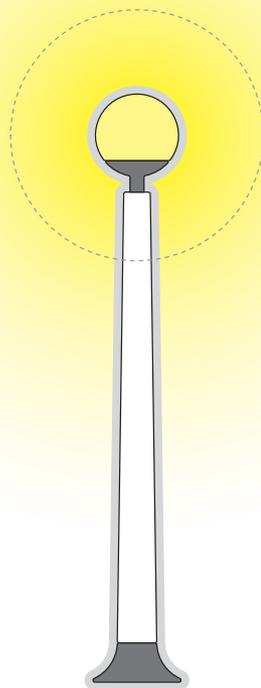


figura 25 - Esquematização da Luminária com distribuição não limitada. Elaboração própria.

Conclusão

A análise dos tipos de luminária serviu para compreender como ocorre problemas como a luz invasora e a poluição do céu noturno. Avaliar esses objetos também serviu para identificar formas adequadas ao projeto afim de minimizar os impactos ambientais e sociais referentes a má aplicação, instalação e gestão dos dispositivos de iluminação pública.

Um projeto adequado tem um reflexo direto no bolso dos cidadãos uma vez que todos contribuem com uma taxa de iluminação pública aplicada na conta de luz de todos [122]. Esse tributo tem como intenção, custear novos projetos, manutenção e a energia elétrica consumida pelo sistema instalado nos municípios.

Projetar um dispositivo luminoso com características completamente limitadas ou limitadas é otimizar a energia utilizada para o funcionamento dos sistemas e reduzir os impactos a saúde dos habitantes do entorno e da vegetação que circunda essas áreas públicas.

Capítulo 3

*Conceituação Formal do
Projeto*

3 Conceituação Formal do Projeto

Por se tratar de um tema sem conhecimento e vivência prévia, foi através dos sketches que foi possível observar problemas estruturais do possível projeto e dos objetos utilizados como suporte, no caso, as árvores. A intenção desses desenhos no primeiro momento, era visualizar os fatores que tornariam o projeto inviável.

Esses desenhos também permitiram a apresentação do problema projetual para terceiros, uma vez que muitos não conseguiam compreender o mesmo.

Vários fatores tiveram que ser analisados e resolvidos de forma independente e depois aplicados ao projeto, já que existiam inúmeros elementos problemáticos, tais como: fixação nas diferentes espécies de árvores, acesso ao ponto elétrico, direcionamento adequado do fluxo luminoso, dimensionamento adequado para ser alocado na árvore, tipo de fonte luminosa a ser integrada ao sistema, conexão do ponto elétrico com os componentes, funcionamento básico da fonte luminosa, noções técnicas para o funcionamento do led, dimensionamento adequado para alocar os componentes do sistema, fatores de segurança e etc.

Ainda era preciso estar atento as soluções pois a viabilização de um desses fatores poderia influenciar na boa solução de outro, por exemplo, uma fixação grande demais poderia atrapalhar no ajuste do fluxo luminoso na direção correta, que poderia alterar a eficiência luminosa obtida, resultando na necessidade de uma fonte luminosa adequada com dimensões maiores, diminuindo o espaço para os outros componentes e aumentando a bitola do fio pela utilização de uma corrente maior, alterando todos os outros itens do sistema. Nenhuma solução era independente.

Foi durante o processo de elaboração da forma que a maior parte dos problemas de interação foram observados. O termo interação é utilizado no sentido da percepção dos fatores externos aos elementos do projeto.

Depois de traçados os limites referentes ao projeto foi dado início a reunião de informações para solucionar os mesmos. E analisando cada problema foi possível identificar que tipo de informação seria necessária para a solução dos mesmos.

3.1 Estudos Por Problemas

Fixação nas Árvores:

Como foi percebido durante o estudo desses seres vivos, o seu crescimento ocorre de formas diversas de acordo com o ambiente em que as mesmas estão situadas e os resultados são os mais diferentes tipos de formas e tamanhos. Características referentes ao tamanho do tronco, altura da árvore, tipo de raiz, crescimento da folhagem e inúmeros outros fatores se alteram de forma drástica ainda dentro de uma mesma espécie, uma vez que o ambiente que circunda as árvores influencia ininterruptamente em todos esses fatores e em tantos outros.

A espessura do tronco de uma árvore varia de forma significativa ao longo das primeiras fases da vida desse ser. Se compararmos as árvores a sua estrutura inicial, um mero broto, poderemos observar uma grande variação no corpo desses seres. Ainda que a maior mudança no aspecto se dê durante a infância e jovialidade dessas plantas, depois de adultas o crescimento ainda ocorre, de forma consideravelmente mais lenta, e dificilmente será observado dois galhos de uma árvore com a mesma espessura, não precisamos nem falar de duas árvores diferentes então.

Devido as proporções necessárias para uma iluminação adequada, o conjunto deve ter proporções consideravelmente grandes, o que afeta de forma direta o seu peso. Tendo observado isso foi possível constatar que não haveria como instalar esses objetos em corpos relativamente frágeis que haveria de ser definido um diâmetro mínimo acima do necessário, afim de evitar acidentes. Ainda foi estabelecido que o melhor momento para a árvore ser utilizada como suporte, seria durante a sua fase adulta, já que o crescimento do seu tronco encontrasse consideravelmente mais lento e ainda lhe resta anos de vida pela frente. Mesmo durante essa fase da vida, os diâmetros dos troncos de árvores de diferentes espécies podem variar em metros. Então é necessário projetar uma fixação que não tenha limitações máximas

Outro fator biológico que poderia ser encarado como obstáculo é a altura da folhagem, uma vez que existam normas que regulam a altura a ser aplicada o sistema luminoso, era necessário que a espécie possuísse essa característica. Se localizado muito baixo, o sistema poderia ser um estorvo ao transeunte, e ainda ficaria mais suscetível a ataques e vandalismos. E ainda seria necessário uma quantidade maior de peças para se iluminar uma área pequena, já que o fluxo luminoso ficaria extremamente concentrado.

Os troncos das árvores abrigam importantes tecidos de circulação de nutrientes que nutrem todo o ser, então foi descartada a hipótese de realizar furos como forma principal de sustentação e fixação. Essas feridas podem causar nós que enfraquecem o tronco e ainda podem servir de porta de entrada para micro-organismos nocivos a saúde da mesma, então essa opção foi deixada somente como saída de emergência ou se ocorresse de forma superficiais.

Mesmo que a camada mais externa da árvore seja composta por tecidos mortos, ela possui funções essenciais de proteção, e ainda que não seja realizada

pelo súber, é através da superfície que ocorrem algumas trocas gasosas, então também foi colocado como pré-requisito, diminuir a área de contato entre o sistema e a árvore, para diminuir a interferência nessa função.

Desde o começo da pesquisa e da elaboração das formas possíveis, uma das ideias para a fixação era de abraçadeiras metálicas ajustáveis, pois elas são ajustáveis e a força aplicada nelas é limitada. A regulação é extremamente fácil, ocorre por meio de um parafuso que ao ser manipulado gira a rosca em contato com a banda de aço, movendo a mesma tencionando a peça contra os corpos.

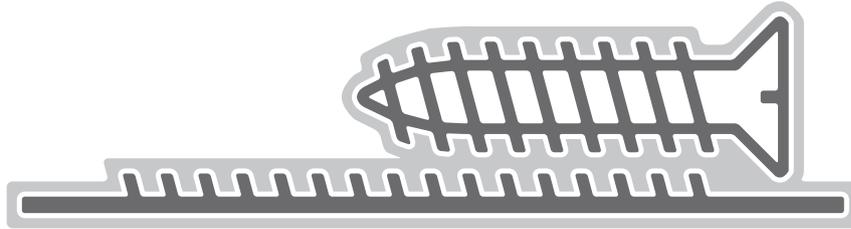


figura 26 - Esquemática do funcionamento da abraçadeira metálica. Elaboração própria.



figura 27 - Abraçadeira metálica. Fonte: <https://www.amazon.com/Koehler-Enterprises-KE12BX-Piece-Clamp/dp/B00XAK76Y0?psc=1&SubscriptionId=AKIAITV4IRVCT65A7MHA&linkCode=xm2&camp=2025&creative=165953&creativeASIN=B00XAK76Y0>

Depois de constatar que os suportes também teriam outras funções, viu-se que era inviável a utilização delas na forma encontrada no mercado então as características positivas foram recolhidas e utilizadas como requisitos para a elaboração de uma fixação que funcionasse de acordo com as qualidades da abraçadeira. Uma das vantagens dessa peça é o material, o aço inoxidável série 300, que através da sua mistura com outros componentes desenvolve uma resistência aos castigos do tempo e do clima, assim como o alumínio.

Outro produto que serviu de base para os estudos da fixação, similar a abraçadeira metálica, e é facilmente encontrado no mercado em diferentes tamanhos e materiais, foram os lacres. Comumente utilizados para selar pacotes na intenção de controlar o acesso ao conteúdo do mesmo, esses lacres, ao contrário das abraçadeiras metálicas são ajustáveis somente uma vez, o fazendo ser relativamente descartáveis. Uma vez posicionada, a cinta apenas corre para um lado, permitindo apenas que seja aplicada mais pressão.

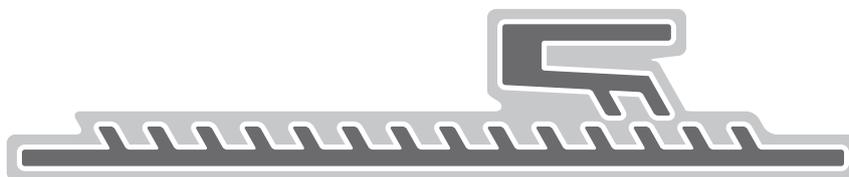


figura 28- Esquemática do funcionamento dos lacres. Elaboração própria.



figura 29- Lacre plástico acionado. Fonte: <http://www.dtl-connectors.co.uk/store/cable-accessories/cables-ties-fixings/outside-serrated-cable-ties.html>

Os lacres plásticos permitiram avaliar uma fixação mais rígida, de forma a transformar esse fator em algo positivo, e tentar trazer para os lacres alguma forma de torná-lo mais regulável.

Ainda seria inviável a utilização do produto encontrado no mercado como solução final, mas as características positivas foram recolhidas e utilizadas como requisito para a elaboração de uma fixação que funcionasse de acordo com as qualidades dos lacres.

Ainda foram avaliadas outras formas de fixação que não estivessem pautadas no uso de uma cinta. Porém em todas as alternativas resultantes dessa linha de raciocínio, era possível observar que a complexidade do sistema era significativamente maior, pois seria necessário outras estruturas que se conformassem de acordo com o formato do tronco, e ainda possuísem um ajuste meticuloso para assegurar a correta fixação do sistema luminoso ao suporte.

É importante ressaltar que existia a hipótese da fixação funcionar como uma forma de comunicação quando houver mais de um sistema instalado na mesma árvore, já que seria necessário a transferência de energia pois apenas um ponto elétrico estaria disponível.

Acesso ao Ponto Elétrico:

Em reunião com a Gerente de Projetos Especiais da RioLuz, Lucia Cajaty, foi possível constatar a existência de duas formas de abastecimento elétrico para pontos necessários. Existem as Redes de Distribuição Subterrâneas(RDS) ou as Redes de Distribuição Aéreas(RDA), as características de cada um se refere a localização do alimentador que sai da subestação e dos fios de abastecimento, no caso da subterrânea, os mesmos estão localizados embaixo da terra, e no caso da aérea, em cima da terra, nos postes.

A decisão para a implementação de qual tipo deve ser feita, é realizada baseada em inúmeras normas técnicas e é decidida pela companhia elétrica responsável pelo abastecimento da região. Ou seja, já que não seria possível estabelecer um tipo de rede preferencial, era preciso buscar uma solução que atendesse todas as possibilidades.

Ainda era preciso analisar as características de funcionamento da árvore e um grande problema foi encontrado no que diz respeito as Redes de Distribuição Aérea e Subterrânea, as copas e as raízes das árvores.

No caso das Redes Aéreas, as folhas e os galhos representam uma barreira física para a instalação dos cabos de alimentação. As árvores não são rígidas como um poste, ventos fortes e chuvas intensas fariam que os galhos e folhas se mexam de forma violenta e cabos passando pela copa da árvore estivessem extremamente expostos, e acidentes com o abastecimento de energia poderiam ser um fator corriqueiro. Existe também o risco de queda da árvore, pela morte da mesma, pelo apodrecimento e enfraquecimento do tronco ou da raiz, e unir fazer a ligação do poste com a árvore poderia representar perigo a estrutura do poste por causa da tensão do fio.

No que diz respeito as Redes de Distribuição Subterrâneas, o problema é a raiz das plantas. Essa parte da árvore é vital para o seu funcionamento, porém é extremamente resistente e eficiente. Como o crescimento desse tecido ocorre nas pontas, a instalação de um ponto de abastecimento perto da árvore seria possível se a passagem do cabo ocorresse mais próximo a superfície.

Levando em consideração essas observações, o fator mais importante a ser solucionado era como seria feita a passagem do cabo de alimentação até o sistema luminoso. Era preciso elaborar uma solução que isolasse o cabo do meio externo para diminuir o risco de acidentes com os pedestres e animais e fosse ajustável para que fosse possível a instalação em diferentes árvores.

Para a elaboração dessa estrutura, era tido como requisito flexibilidade, resistência e que a mesma fizesse o isolamento do conteúdo interno. Tendo em vista esses parâmetros, durante a pesquisa, a forma que mais se destacou foi o Organizador de Fios. Sem complexidade para o seu funcionamento, o mesmo consiste num tubo de polietileno em espiral e a passagem dos fios ocorrem enrolando a estrutura em volta do emaranhado.



figura 30 - Passa fio de polietileno. Fonte: <http://www.lojadomecanico.com.br/produto/82829/19/505/tubo-espiral-preto---organizador-de-fios-de-1-metro-com-diametro-de-12-pol-tramontina-57499051>

Essa estrutura, por causa de sua forma espiralada, permite que ela seja amplamente manipulada, podendo ser enrolada e esticada, isolando o conteúdo do mundo externo. O maior problema observado nesse sistema são as pequenas frestas que aparecem quando o tubo é esticado ou dobrado de forma exagerada, mas ainda assim, o acesso ao cabo fica quase que impossibilitado.

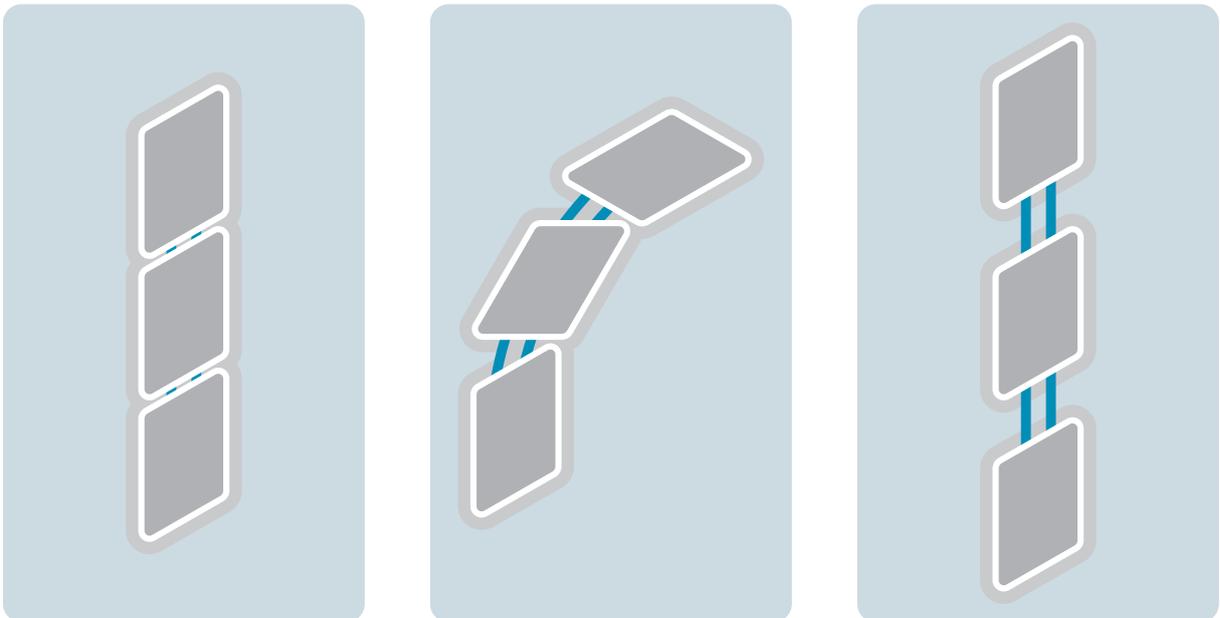


figura 31 - Passa fio de polietileno expondo componente interno quando dobrado ou esticado de forma excessiva. Elaboração própria.

Direcionamento Adequado do Fluxo Luminoso:

Por causa de todo o estudo feito sobre a iluminação pública e as consequências que um mal projeto pode trazer ao meio ambiente, a saúde das pessoas, ao nosso estilo de vida, a nossa segurança e etc, ficou claro que esse problema seria um dos maiores a ser solucionado.

O que é muito comum ver nos sistemas encontrados pela cidade, é que eles não possuem muitos ajustes, na maior parte das vezes eles não levam em consideração os ambientes aonde estão alocados e são um pouco obsoletos.

Uma das coisas mais comuns a ser observada quando se dá um passeio pelas ruas do Rio de Janeiro a noite, são postes altos com suas luminárias localizadas quase sempre acima da copa das árvores, quando não estão dentro da folhagem. Isso se dá porque em grande parte dos casos, a iluminação instalada foi pensada para uma via sem vegetação.

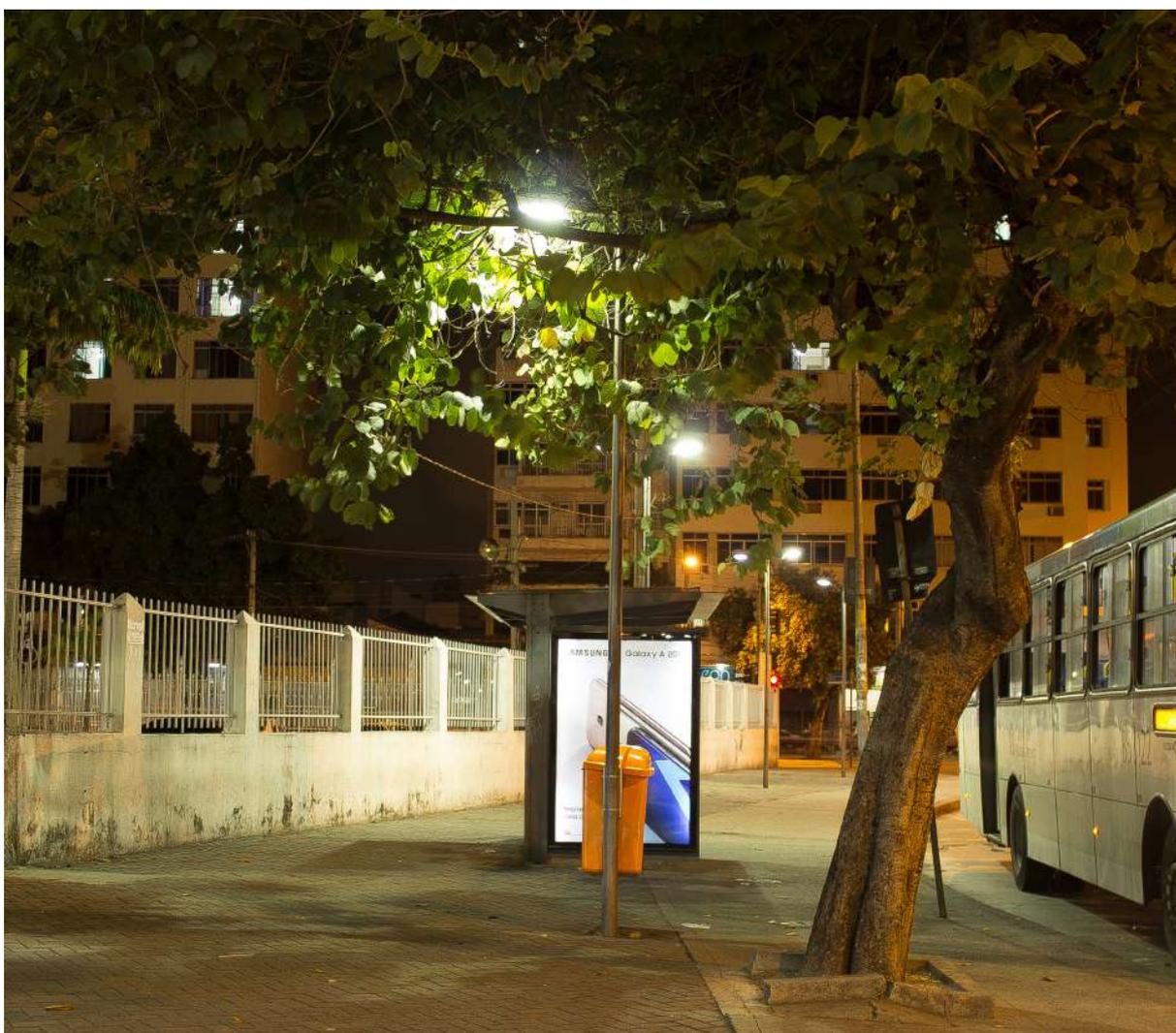


figura 32 - Luminária situada no interior da copa da árvore. Elaboração própria.

Os ônus desse descaso não afetam “somente” os usuários, a vegetação, a fauna local, os moradores da região. Essa ineficiência leva a instalação de fontes luminosas mais potentes na tentativa de alcançar um resultado melhor, gerando um consumo energético maior sendo que o resultado continua tão ruim quanto o inicial. E as consequências para os “poucos” ao redor aumenta. Maior quantidade de luz invasora, mais ofuscamento do céu noturno, mais gasto inadequado de verba.



figura 33 - Contraste entre iluminação na copa das árvores e na calçada abaixo das mesmas. Elaboração própria.

O projeto não visa somente uma boa coexistência com as árvores, ele tem como objetivo minimizar os impactos no meio ambiente. Isso inclui não prejudicar os ciclos de vida dos animais (pássaros, mamíferos e répteis) que habitam essa flora, diminuir o consumo de eletricidade (já que nossas fontes de obtenção não são nem um pouco ecológicas), não afetar na vida das pessoas que habitam esses centros urbanos, evitar gastos desnecessários de material.

Tendo entendido que o crescimento das árvores ao longo de suas vidas ocorre de forma completamente imprevisível, e de acordo com o meio e as necessidades que a cercam, era preciso compreender que o sistema deveria contemplar a maior parte das complexidades estruturais dessas plantas. Ou seja, assim como a maior parte das peças desse sistema, o corpo deveria ser amplamente moldável para atender a especificidade de cada caso de vegetação.

Lembrando que as intempéries do clima poderiam castigar o projeto, era preciso combinar essa versatilidade com certa concretude, sendo assim, se fez necessário encontrar uma forma de moldar o projeto as exigências únicas de cada ambiente e depois travar esses ajustes, para que o ambiente e o usuário fossem dificultados de alterar os resultados almejados.

Era preciso ter em mente que o sistema seria dividido em algumas partes e que algo que todas elas teriam em comum, era a passagem de energia, então até os ajustes deveriam compreender esse acesso.

O primeiro objeto a ser tido como um bom ponto de partida foi o estabilizador de câmera. Ele é composto de uma base onde a câmera é alocada, um peso que funciona como um centro de gravidade, e várias partes móveis, que fazem com que o centro de gravidade se mantenha inalterado a medida que essas partes são movimentadas. O ponto analisado nesse objeto, foram as partes móveis, sistemas de rotação, para conseguir entender que através da possibilidade de rotação nos três eixos, o sistema poderia perfazer qualquer angulação necessária, até as ineficientes.

Compreendendo os eixos X, Y e Z, seria possível alcançar quase todas as necessidades e ajustar o fluxo luminoso de forma mais certa, diminuindo gastos desnecessários e otimizando os resultados. Tendo em vista que o tronco da árvore tem um comportamento cilíndrico, e que compreende 360°(trezentos e sessenta graus) em volta do eixo Y, restava apenas encontrar uma solução de rotação que englobasse os eixos X e Z.

Existiam duas formas de se trabalhar com a rotação do sistema, uma esférica ou três planas, a escolha pela rotação nos três eixos se deu pela capacidade de adaptação dela em estruturas mais compactas e consideravelmente mais simples. A simplicidade é buscada na tentativa de reduzir a complexidade dos processos de projeto e fabricação.



figura 34 – Estabilizador de imagem para câmeras. Fonte: https://www.bhphotovideo.com/c/product/1265082-REG/tilta_gr_t03_gravity_3_axis_handheld_gimbal.html

Também foram analisados os braços robóticos com três ou mais eixos de rotação, não necessariamente presos aos planos X, Y e Z. Esses braços robóticos são utilizados no processo de automação de fabricas e nas linhas de montagem de diversos tipos de produtos, desde o universo automobilístico, até os processos de fabricação por injeção. Essas peças podem se mover em todas as direções e angulações em volta da base onde estão instaladas graças a diferentes eixos de rotação localizadas em cada junção do braço.

Tendo sido analisado o funcionamento desses dois objetos, ficou decidido que o ajuste correto do fluxo luminoso ficaria por conta de eixos independentes de rotação, que minimizariam a complexidade do processo de fabricação e que seria necessário encontrar soluções para aumentar a resistência mecânica dessas junções, já que elas serão os pontos fracos do sistema.



figura 35 - Braço robótico de 6(seis) eixos. <http://www.roboticautomationsystems.com/index.php?page=6-axis-robots.html>

Tamanho Adequado para ser Fixado na Árvore

A ideia inicial do projeto trata de não prejudicar a sobrevivência da árvore após a instalação do sistema, e para que isso seja alcançável, é preciso que a peça resultante do projeto deveria entender a sua relação com o organismo que a hospeda. O primeiro ponto a ser entendido, era que a superfície que ira ficar em contato com o dispositivo está em crescimento, lento, porém constante, e que o esse aumento ocorre de forma irregular. O segundo ponto a ser avaliado, era que o espaço disponível para a instalação do objeto, era limitado, já que a proposta previa a alocação na parte inferior da copa. O terceiro ponto era a necessidade do afastamento da fonte luminosa do tronco, na tentativa de aumentar a área compreendida pelo fluxo luminoso. E o quarto ponto, era que dentro dos três pontos anteriores, era necessário encontrar uma forma de manter o projeto equilibrado, minimizando a chance de possíveis acidentes e suportando as forças da natureza de forma segura.

Avaliando o primeiro ponto foi possível compreender que a parte em contato direto com o súber deveria ser formado por diferentes pontos de apoio, já que uma superfície plana representa apenas um ponto. Das ideias que surgiram para a solução dessa problemática, foram analisados dois tipos de solução, a pontual e a abrangente.

A pontual consiste em analisar os pontos de contato com o súber como se fossem os pés de uma mesa, pensando em mecanismos que regulassem os seus tamanhos, nivelando o sistema e ajustando para a superfície irregular. O que poderia ser considerado como um fator desfavorável, é o fato da área de contato entre o projeto e a árvore ser pequena.

Na alternativa abrangente, as soluções se davam ao analisar materiais que se expandissem, como espuma por exemplo, localizada na superfície em contato com o súber, e pela compressão desse material, existiria uma conformação de acordo com a superfície irregular, aumentando a área de contato.



■ ponto de apoio

■ superfície desnivelada

figura 36 - Esquemática sobre pontos e área de contato. Elaboração própria

Um objeto que serviu como base de estudo foram as almofadas de gel para celular, elas são feitas de silicone anti-slip, um material que exhibe propriedades adesivas e não adesivas ao mesmo tempo. O objetivo dessas almofadas é criar aderência entre o celular e uma superfície plana, podendo ser o painel do carro ou um azulejo na parede no banheiro.



figura 37 - Almofada anti slip para smartphones e tablets. Fonte: <https://goo.gl/d0VCv7>

Como tratamos de uma superfície viva, que se encontra em constante renovação, a aderência pura e simplesmente pelo material seria impossível, o fator atrativo é a capacidade, mesmo que baixa, de compressão do material aumentando a resistência da fixação e do apoio na superfície irregular. A textura encontrada no objeto foi um pouco atrativa, funcionando de forma similar ao intestino, criando microvilosidades na intenção de aumentar a área de contato entre a superfície e o meio.

É preciso lembrar que na superfície da árvore são realizadas trocas gasosas, então quando maior a área de contato entre o sistema e a mesma, mais essa tarefa é dificultada. É impossível a previsão dos locais de troca, e esse é um dos fatores contra essa solução.

Tratando então do segundo ponto, onde o problema é a dimensão do dispositivo e o espaço disponível para a fixação do mesmo na árvore, é preciso notar que o impedimento não ocorre só nas dimensões verticais, existe também a limitação por parte do diâmetro do tronco, e como a intenção do projeto era se adaptar as mais diversas espécies de árvores, o sistema não poderia ter proporções exageradas, pois ficaria impossibilitado de ser instalado nos táxons mais comumente encontrados.

Na proposta inicial do projeto, o que se tinha em mente era que esse produto pudesse ser fixado nas plantas mais finas, como o bambu, até nas árvores mais

volumosas, como o Eucalipto. Porém o tronco da árvore representa uma barreira física para a luz, então uma fonte luminosa mais eficiente seria requisitada, com isso, o tamanho dos componentes aumentavam, a espessura do fio também poderia variar, pois a corrente poderia ser maior por causa da quantidade de componentes elétricos, logo, percebeu-se que um fator levava na mudança de outro. Foi decidido então que o mais sensato seria estabelecer potências ótimas de funcionamento e desconsiderar diâmetros inferiores a vinte centímetros.

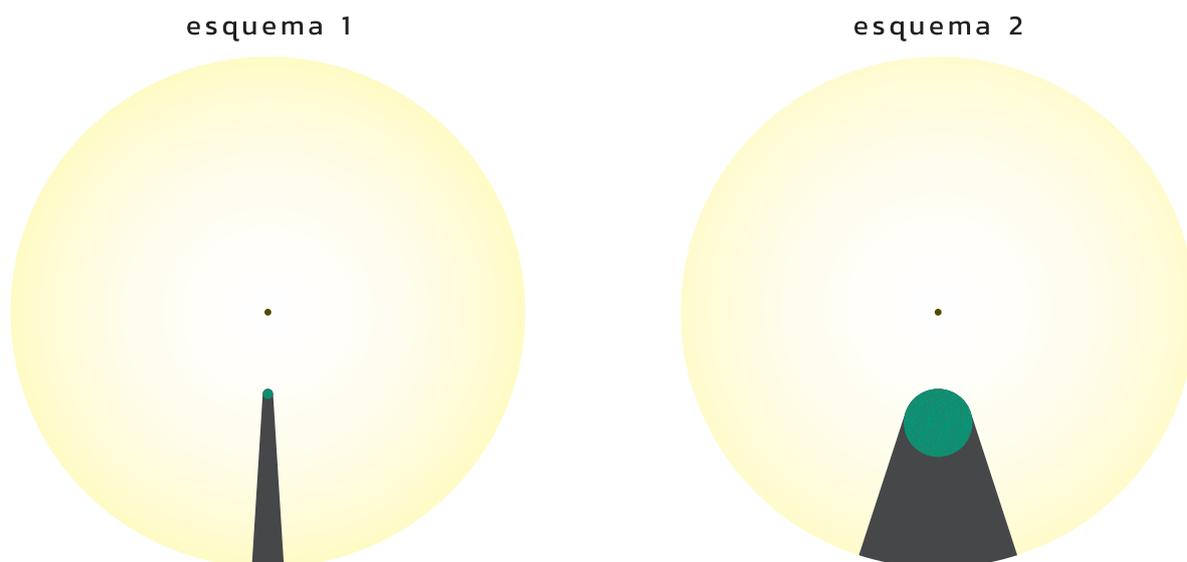


figura 38 - Esquematização sobre diâmetro do tronco e a área da sombra projetada pela fonte luminosa. Elaboração própria.

Na imagem anterior foi criado um exemplo visual para demonstrar a diferença da sombra resultante de dois esquemas diferentes, no esquema 1 o diâmetro do tronco é igual a seis centímetros, no esquema 2, a o tronco tem quarenta centímetros de diâmetro, considerando um afastamento da fonte luminosa de quarenta e cinco centímetros, a sombra resultante é consideravelmente diferente, isso num raio de um metro e cinquenta centímetros em torno da fonte luminosa. Enquanto no primeiro esquema, aproximadamente 7° encontram-se sem luz, no esquema dois, o ângulo sob a sombra é de quase 36° .

Outro fator que levou a exclusão de troncos com diâmetro inferior a vinte centímetros de diâmetro, foi a exaustão mecânica que poderia ser realizada no tronco por causa do peso do sistema. Devido aos componentes internos e estruturas de funcionamento, as dimensões não poderiam ser muito pequenas, tamanho esse que levaria a um peso considerável, então, constatou-se que seria inviável projetar um sistema para todos os tamanhos de árvores.

No que diz respeito as dimensões verticais, foi necessário levar em conta a existência da copa. É importante ressaltar, que quanto mais alto o posicionamento do sistema, maior seria a área compreendida pelo fluxo luminoso. O ideal seria instalar as fontes luminosas entre quatro e cinco metros de altura, quando não

fosse possível a instalação dentro dessa elevação, seria necessário instalar mais dispositivos para compreender a mesma área. Outra solução pensada para a resolução do problema, seria o afastamento da fonte luminosa do tronco, fazendo com que o ângulo sob a sombra seja consideravelmente menor.

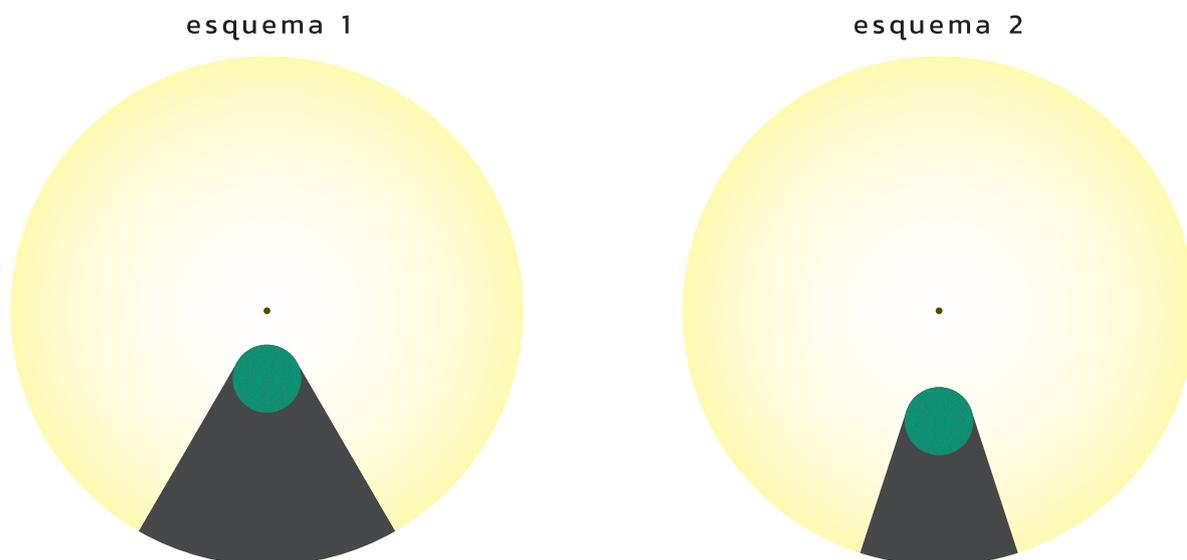


figura 39 - Esquematisação sobre a sombra projetada pela fonte luminosa de acordo com o afastamento do suporte. Elaboração própria.

A imagem anterior tem o papel de demonstrar o ângulo sob a sombra em dois esquemas diferentes. No esquema 1, a fonte luminosa encontra-se afastada vinte centímetros do tronco, já no esquema dois, o mesmo componente encontra-se a quarenta e cinco centímetros de distância, em ambos os casos, o diâmetro do tronco é de quarenta centímetros. Os ângulos mostram a diferença significativa, enquanto no primeiro, o ângulo da sombra é de 60°, no esquema dois, o resultado é um ângulo de quase 36° sob a sombra.

Depois de constatado que essas mudanças poderiam compensar a falta de altura, o importante era fazer o sistema caber no pouco espaço disponível, e que dentro desse espaço fossem permitidos os ajustes nos três eixos.

Era conhecido também, o fato do crescimento das árvores não ocorrerem de forma padronizada, e em sua interação com o meio ambiente, alterações podem ocorrer fazendo com que o tronco resultante, além de único, seja desigual. Com isso, quanto maior fosse a superfície de contato, maior seria a complicação para fazer a instalação, pois seria necessário encontrar uma região do tronco aonde o sistema ficasse em equilíbrio e bem ajustado

A imagem a seguir esquematiza duas situações. Em ambas, são consideradas árvores com dois metro de altura e quarenta centímetros de diâmetro, o que varia são as estruturas das árvores e as dimensões dos sistemas. Na primeira linha, os sistemas possuem cinquenta centímetros de altura, e na segunda, eles possuem vinte e cinco centímetros. Considerando que todos os sistemas pertencentes a mesma coluna, são instalados no mesmo local, é possível perceber, mesmo que sutil, uma sobra de espaço nos sistemas da linha 1. Por exemplo o sistema da linha 1

na coluna 4, claramente ele ficaria mais instável que o sistema da linha 2 na mesma coluna. Isso porque ele estaria suscetível a uma espécie de gangorra. E o problema não se resume a esse, se ambos os sistemas da coluna 4 fossem instalados na parte de dentro da curvatura do tronco, seria possível reparar claramente como o maior não iria caber. A intenção desse esquema é mostrar de forma gráfica problemas espaciais, ele não tem aplicação científica.

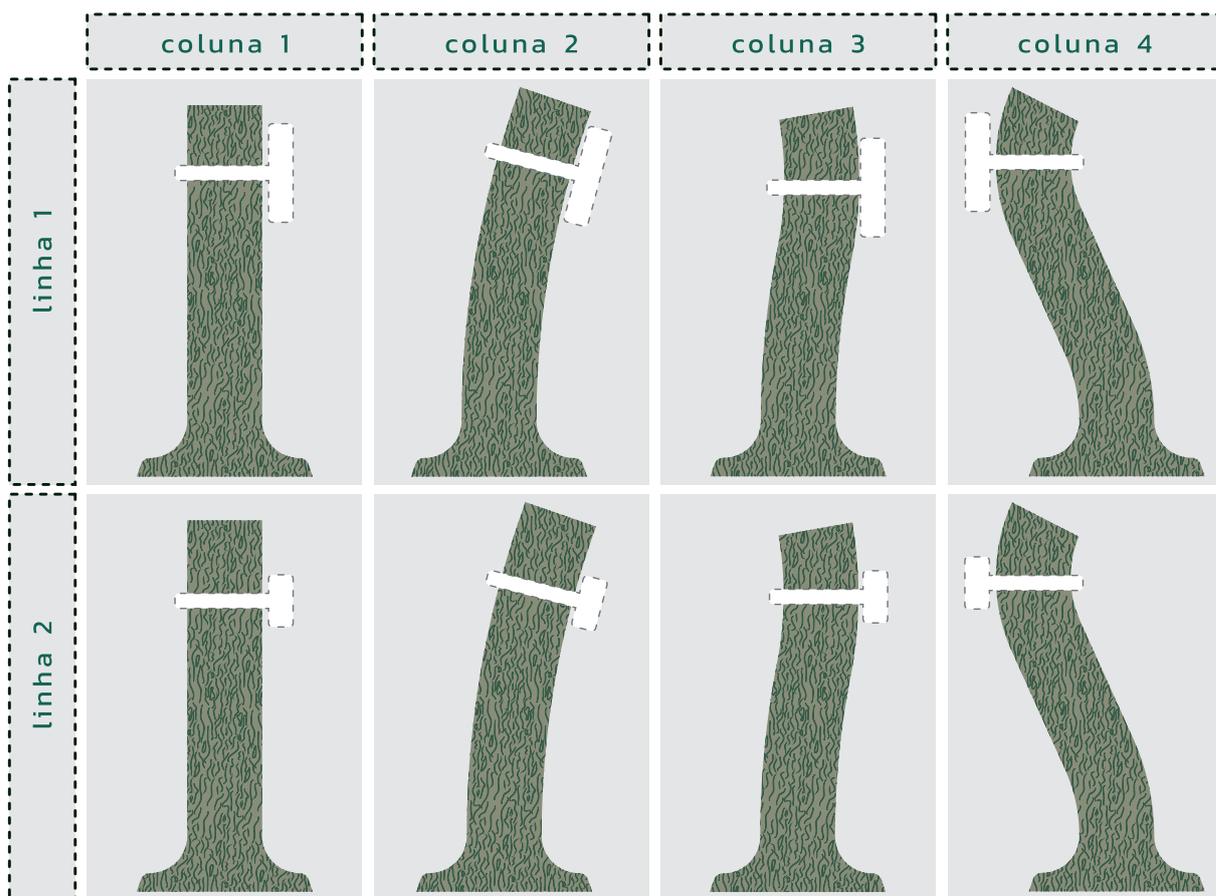


figura 40- Esquemática sobre a adequação de um objeto plano em uma superfície irregular.
Elaboração própria.

O terceiro ponto fala do afastamento da fonte luminosa na tentativa de diminuir a sombra e otimizar o resultado. Foi possível observar na imagem anterior, como de fato esse afastamento pode diminuir a sombra. Mas afastar a fonte luminosa significa aumentar o percurso dos condutores de eletricidade que alimentam a fonte luminosa e se fez necessário pensar em caminhos para a passagem dos cabos e suas dimensões, e devido as suas capacidades de ajuste, esse afastamento poderia acabar se convertendo em altura. Voltando a problemática do segundo ponto, a dimensão do dispositivo e o espaço disponível para a fixação do mesmo na árvore.

O quarto ponto fala do equilíbrio do sistema e para que seja possível esse afastamento do fluxo luminoso do tronco, é necessário uma estrutura de apoio que impeça que o sistema se desequilibre. Essa estrutura deveria ser apoiada no

tronco, gerando um aumento das dimensões verticais, fazendo outra vez, com que o segundo ponto seja lembrado mais uma vez.

Conhecido como alavanca, esse efeito físico poderia ser o responsável por desestabilizar o sistema, já que quanto mais afastado o peso estiver do ponto fixo, maior é a força resultante, fazendo com que a estrutura necessária para segurá-lo seja proporcional ao afastamento estipulado.

Tipo de Fonte Luminosa a ser Integrada ao Sistema

Para compreender esse problema, era necessário primeiro compreender como se dá o funcionamento dos sistemas luminosos de cada tipo. Na pesquisa feita durante a fase de levantamento, análise e síntese de dados, foram avaliadas de forma breve o comportamento de diferentes fontes luminosas para que então fosse possível decidir qual seria o tipo de tecnologia que seria empregada ao sistema.

Durante o levantamento de dados, foi possível observar uma dicotomia muito grande entre duas formas de se produzir luz: uma pelo calor e outra pela passagem de eletricidade por um material emissor de luz. O que pode se observar em todas as fontes luminosas que funcionam baseadas no princípio da incandescência, é que grande parte da energia utilizada para o funcionamento do sistema, é convertida em calor. Isso acaba fazendo com que o gasto energético seja muito maior para a produção da mesma quantidade de energia luminosa que a outra tecnologia propõe.

Ainda quando observamos essas duas técnicas de produção de luz em aberto, percebemos que enquanto as tecnologias de incandescência e fluorescência já estão chegando no ápice do seu desenvolvimento tecnológico, as tecnologias baseadas nos diodos emissores de luz(LED) ainda está nos seus primeiros passos. É comum encontrar sites de fornecedores dessa tecnologia que apresentam poucas variáveis para os seus modelos, e ainda tem muitos produtos em fase de teste.

Não é incomum achar matérias em sites que especulam fortemente sobre o futuro dos LEDs. É possível encontrar fornecedores dizendo que suas lâmpadas de LED podem durar até 100.000(cem mil) horas.

E quando nos deparamos com os fatos, as coisas ficam ainda mais complicadas. Agora, que as tecnologias dos diodos emissores de luz estão no mercado de grande consumo há pouco mais de cinco anos [123], é possível encontrar lâmpadas de LED com uma eficiência luminosa média de 115 lm/W. Mas existem por aí, fornecedores demonstrando que conseguem alcançar uma eficiência luminosa de 200 lm/W, isso significa que para produzir a mesma quantidade de luz que uma lâmpada incandescente de 60W, essa tecnologia gastaria ridículos 5W, isso é doze vezes menos energia.

Não se trata de competição, se formos analisar o futuro das lâmpadas incandescentes e dos LEDs, é claro qual a alternativa que promete mais avanços para o dia de amanhã.

As tecnologias de LED não são somente melhores nos rendimentos energéticos, elas são mais compactas, possuem baixa emissão de carbono, a qualidade da luz é

consideravelmente melhor. Na entrevista feita com a Gerente de Projetos Especiais, Lucia Cajaty, foi perguntado sobre a opinião dela acerca dos LEDs, quando utilizados na iluminação pública, o que se pode observar é uma luz muito mais uniforme, com um alto índice de representação da cor(IRC).



figura 41 – Foto mostrando as diferenças entre tecnologias antigas e o LED. Fonte: Site do fotógrafo Todd Langille



figura 42 – Foto mostrando as diferenças entre tecnologias antigas e o LED. Fonte: Site do fotógrafo Todd Langille



figura 43 – Foto mostrando as diferenças entre tecnologias antigas e o LED. Fonte: Site do fotógrafo Todd Langille

As três imagens anteriores são de um fotógrafo, Todd Langille que trabalha em Ottawa, no Canadá. Na página onde ele exhibe essas fotos, ele diz que na sua profissão, nunca se sabe o trabalho que vai aparecer e diz ter sido contratado por uma empresa canadense chamada LED Roadway Lighting Ltd., que projeta e produz LEDs, para fazer o registro antes e depois da implementação da tecnologia de iluminação.

Ele narra a experiência de fotografar tal tipo de cena, e diz não ter ficado muito entusiasmado, ainda mais por causa da temperatura de -30°C (trinta graus celsius negativos). Porém, diz que depois de terminado o trabalho, ele consegue perceber a importância do registro que fez, só assim seria capaz de perceber a diferença gigantesca que esse tipo de tecnologia pode fazer na iluminação pública e ainda diz antes de terminar o texto:

“Eu realmente acho que toda a iluminação pública daqui para frente deveria ser de LED. É chocante para mim, a diferença que faz. Isso não é algo que uma pessoa comum pense, mas o resultado pode gerar uma diferença grande na segurança e sem falar nos gastos públicos para manter essas luzes funcionando (LANGILLE, 2015).”

É importante mencionar esse relato por alguns fatores. De fato os usuários comuns não percebem a diferença que faz, e como isso pode afetar o estilo de vida de alguém. Se para esse fotógrafo que vive em um dos países com o maior IDH do planeta, faz tanta diferença, imagine para uma estudante que volta para casa todo dia as 23 horas da noite depois de estudar e trabalhar o dia inteiro e mora em uma região perigosa. O outro ponto é como depois de ter sido alertado para esse fator, no caso do fotógrafo, por motivos profissionais, ele foi capaz de perceber a diferença colossal que apenas a instalação de novas luminárias foi capaz de gerar.

Depois de se deparar com o relato e o registro do fotógrafo, não ficaram muitas dúvidas sobre a fonte luminosa a ser definida como preferida para o projeto. Ainda levando em conta sua vida útil, gasto energético, fator de uniformidade, IRC, eficiência luminosa, dimensões gerais e etc, só restou repensar a maior problemática sobre essa tecnologia: o custo inicial para a implementação da mesma.

Por depender de licitações e contratos, não foi possível ter acesso aos valores investidos e na diferença entre eles, mas de acordo com a funcionária da RioLuz, Lúcia, os valores são consideravelmente diferentes.

O que surpreende também nessa tecnologia, é a sua relativa capacidade de customização. Ao se pensar em uma lâmpada de LED, é possível encontrar desde um led de 1W, até LEDs modulares conhecidos como COB(chips on board), isso tratando somente do LED, ainda é possível encontrar lâmpadas com os bocais mais comuns, até spots prontos para serem instalados no ambiente desejado. Essa versatilidade permitiu pensar em qual seria a relação da estrutura com a fonte luminosa, se ela seria apenas uma carcaça para proteger a lâmpada do mundo externo ou se ela seria o próprio sistema luminoso.

Então se iniciaram as pesquisas de produtos de LED que poderiam ser utilizados como base para projetar a peça final, e um dos itens encontrados foram as “floodlights” de LED. Este tipo de iluminação serve para fornecer grande quantidade



figura 44 - Refletor de LED, também conhecido como "FloodLight".
Fonte: <http://www.effekta.com.de/LED-Floodlight-LED-floodlight-as-a-replacement-for-halogenconstruction-site-lamps-10-30-an-50watt>

de luz nas situações mais variadas possíveis. Podendo ser colocadas em um campo de futebol ou no portão da garagem, um grande fluxo luminoso é emitido pela unidade e em alguns casos, são instaladas mais de uma peça.

Essa peça é composta por um LED, por um "driver" que regula a amperagem e a voltagem que entra nele e que sai para o LED, por um vidro a prova de temperatura e é resistente a água, já que ele é para ser instalado em ambientes externos.

Quando esse objeto foi encontrado, ele foi pego como exemplo a ser seguido já que ele tem muitos itens em comum com o projeto e seus requisitos. Ele é a prova de água, resiste a grandes temperaturas, tem um corpo robusto, é para ser usado em ambientes externos e etc. Então a sua conformação interna foi utilizada como modelo para projetar o sistema final.

Ainda foi com base nesse objeto que outras questões apareceram, como a necessidade de dissipadores de calor, como fixar o LED na estrutura, qual é o tipo de LED utilizado, como é feita a manutenção.

Quanto ao dissipador de calor, percebeu-se que por mais que essa fonte luminosa não funcione a base de calor, a produção do mesmo é inerente a quase toda reação elétrica. E a partir desse dissipador é que se faz a troca dessa energia térmica com o ambiente externo evitando o super aquecimento do sistema. Foi preciso atentar que essa parte não poderia representar uma barreira física para a água, pois a mesma poderia se tornar um criadouro de vetores de doenças e o livre escoamento da água ainda teria a função de limpar a parte externa do sistema.

Conexão Do Ponto Elétrico Com Os Componente

Após ser conduzido por uma estrutura, esse cabo de alimentação tem então a função de eletrificar o dispositivo e seus componentes. O importante é que esse cabo seja capaz de percorrer toda a estrutura do sistema. Essa entrada na peça tem que ser selada, impedindo a entrada de água, de insetos e de sujeira.

No tópico sobre o direcionamento adequado do fluxo luminoso, ficou estabelecido que a estrutura terá pontos de rotação que permitam o fino ajuste do feixe de luz. Sabendo disso, é preciso encontrar uma solução que permita essa regulagem, a adequada fixação e a passagem dos cabos de alimentação. Ainda foi determinado que esses pontos de rotação permitiriam o manuseio em apenas um eixo por ponto. Logo, estruturas planas independentes fariam esse ajuste em cada eixo, sabendo disso, a solução dada foi mais simples do que se pensava.

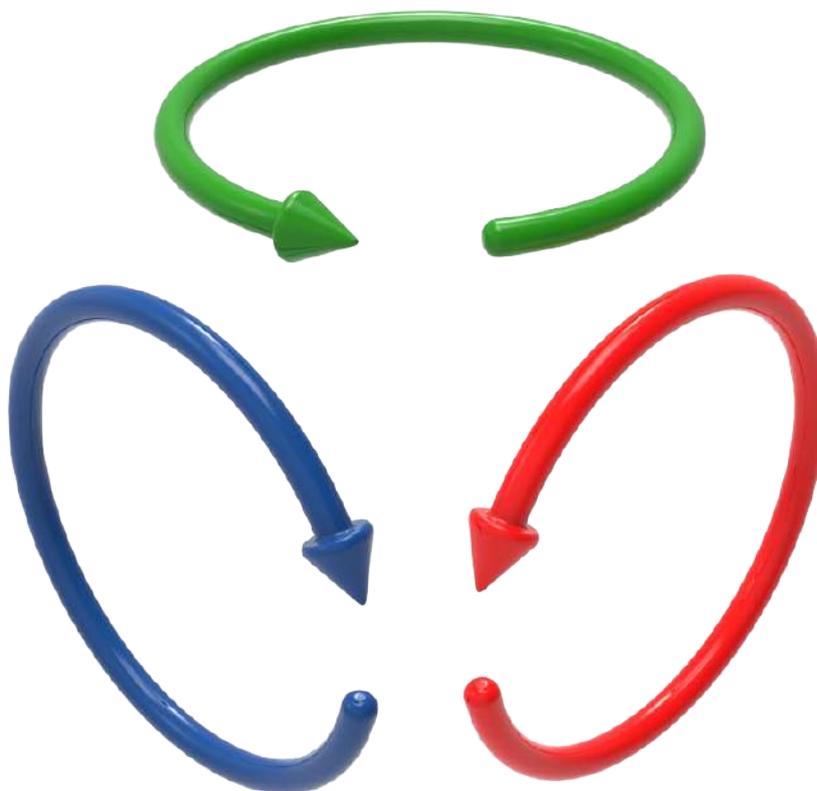


figura 45 - Eixos de rotação independentes. Elaboração própria.

Outro problema relacionado a eletrificação, é que em alguns casos, pode haver a necessidade de instalação de mais de um sistema, então é importante elaborar uma forma de conduzir o cabo de alimentação entre os sistemas. Como segurança é um dos requisitos do projeto, não existe a hipótese de conexão com o fio aparente.

Os conduítes fazem esse papel na construção civil. Sendo instalados dentro da parede, eles são os responsáveis pela passagem dos fios entre os pontos elétricos e são ligados aos quadros de luz da unidade. Esses objetos são comumente encontrados no mercado em dois materiais diferentes, metal ou plástico.



figura 46 - Conduíte metálico. Fonte: <http://www.wgflex.com.br/conduite-flexivel-metalico.html>

Esses tubos para a passagem dos fios de eletricidade tem que ser capaz de resistir a alguns fatores. Ele precisa ser mecanicamente resistente, para resistir ao peso dos tijolos e massas, e flexível, para que possa perfazer o caminho dos pontos elétricos. Os conduítes ainda precisam ser resistentes a pragas como cupim e traças, para que eles não sejam capazes de danificar o mesmo. Eles precisam ser capazes de isolar os fios entre as suas extremidades, já que caso ocorram uma infiltração ou vazamento, se a água entrar em contato com os fios, pode gerar um curto circuito, e até um incêndio.

Esse material ainda é o responsável por manter a estrutura do fio íntegra, já que eles ficam protegidos no interior do tubo, ficam protegidos de danos causados por dobras bruscas e pancadas.



figura 47 - Conduíte plástico. Fonte: <http://www.dynatech.ind.br/eletroduto-flexivel-corrugado>

3.2 Funcionamento Básico da Fonte Luminosa:

Tendo sido escolhida o tipo de fonte luminosa a ser adequada ao sistema, coube então entender o processo de funcionamento dos componentes elétricos, dos tipos de fontes luminosas encontradas dentro da tecnologia e dos requisitos para o correto funcionamento das peças elétricas do dispositivo.

Depois de ter sido feito uma reunião e avaliação dos dados sobre as fontes luminosas apresentado durante o levantamento, análise e síntese de dados. E depois de exposto os fatores que levaram a escolha do LED durante a resolução do “Tipo de Fonte Luminosa a Ser Integrada ao Sistema”, deu-se início a pesquisa sobre o funcionamento básico essa tecnologia.

•LED Difuso Comum:

São os LEDs que possuem uma luz espalhada, difusa e dispersa. Geralmente possuem um encapsulamento em um material plástico opaco, que lhe confere a propriedade de distribuir melhor e de forma mais igual o feixe de luz. Nesse tipo de lâmpada, a intenção era que a luz fosse mais homogênea, porém ainda é possível observar pontos dentro do encapsulamento onde há mais brilho e outros onde há menos brilho. É possível encontrar esses componentes eletrônicos em diferentes tamanhos, formatos e cores.



figura 48 - LEDs difusos comuns vermelhos e redondos. Fonte: <http://www.suallabs.com/LED-Comun-Rojo>.

•LED de Alto Brilho:

Este tipo de diodo emissor de luz possuem um brilho maior do que os LED difusos comuns. Seu encapsulamento é de material plástico transparente para que seja possível obter uma luz focada e concentrada em uma direção e ângulo específico. Assim como os Difusos comuns, esses diodos podem ser encontrados em diferentes formatos, tamanhos e coloração da luz resultante.

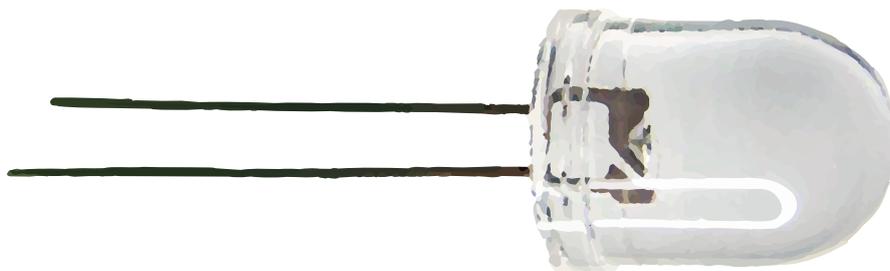


figura 49 - LED de alto brilho translucido. Fonte: <http://www.eletródex.com.br/led-10mm-vermelho-alto-brilho-8400-mcd-30.html>

•LED bicolor, tricolor ou RGB:

São os diodos emissores de luz com a propriedade de emitir mais de uma coloração no seu fluxo luminoso, de forma independente ou combinada. Os diodos bi cores são comumente encontrados na combinação de verde e vermelho, mas é possível encontrar opções com arranjos de cores diferentes dessas. Nos LEDs tricólores ou RGB, a unidade emissora de luz é capaz de emitir uma coloração dentro desse espectro vermelho(R), verde(G) ou azul(B). Todos esses diodos que emitem luz de mais de uma cor podem ser encontrados com encapsulamento em material plástico opaco ou transparente.

É importante frisar que apesar da emissão primária da luz possuir uma coloração específica, é possível combinar diferentes intensidades dessas cores com a finalidade de obter colorações fora do espectro emitido pelo diodo.



figura 50 - LED RGB a esquerda e LED bicolor a direita. Elaboração Própria. Fonte: <http://www.eletródex.com.br/led-3mm-bicolor-vm-3-terminais.html>

•LED SMD(surface mount device):

Esses LED são caracterizados por sua aplicação e seu tamanho reduzido. Normalmente encontrado em placas de programação como Arduino ou Raspberry PI, esses diodos são formados por uma resina semirrígida e seu encapsulamento lhes confere uma grande superfície condutora que lhes permite emitir uma grande quantidade de luz. Por sua conformação e tamanho, é possível instalar vários LEDs SMD em um circuito para assim obter uma grande quantidade luminosa e mesmo que algum deles venha a ser danificado, eles são fabricado para que o circuito continue funcionando perfeitamente.

Esses diodos podem emitir luz com diferentes colorações, incluindo a emissão de mais de uma cor de luz. São encontrados na versão RGB e quando combinado a intensidade de cada cor e as cores, podem obter um espectro de até 16(dezesseis) milhões de cores.

Esses pequenos ainda possuem um índice de reprodução da cor, ou IRC, de até 80%(oitenta por cento). Ou seja, são fontes luminosas capazes de reproduzir fielmente as cores dos objetos.

Por não possuírem filamentos em sua construção, são realmente duradouros. Sendo resistente a impactos, danificá-los é uma tarefa difícil, por isso estima-se que possam durar até 50(cinquenta) mil horas, o mesmo que mantê-los ligados durante 24(vinte e quatro) horas, todos os dias, por 6(seis) anos. Eles ainda se caracterizam por não produzirem calor no seu processo de emissão de energia luminosa.

Esses são os modelos de LEDs instalados nas fitas de LED, produto amplamente utilizado no ramo da decoração de interiores.

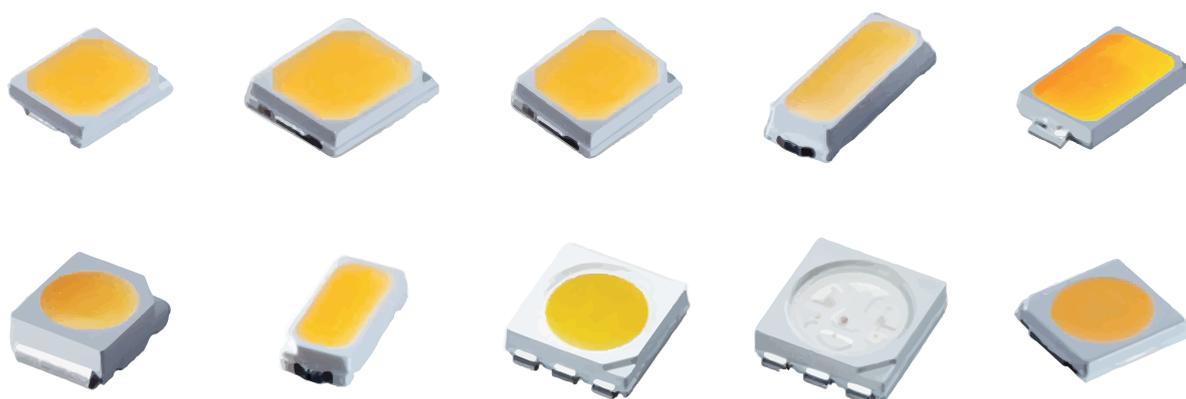


figura 51 – Formatos e tamanhos diferentes de LEDs SMD. Fonte: <http://www.saving-star.com/smd-led-comparison/>

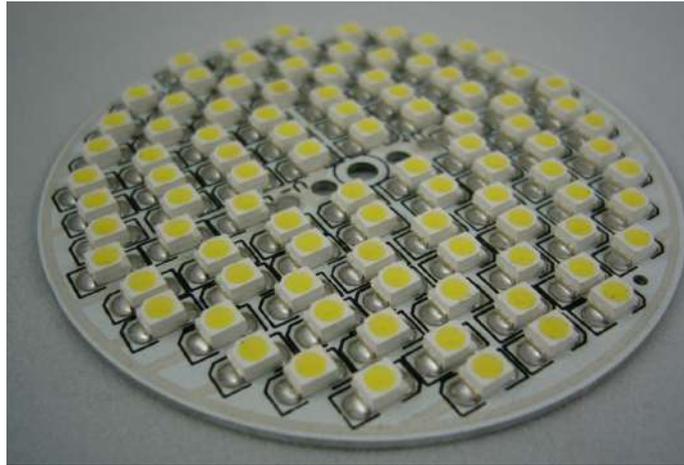


figura 52 – LEDs SMD montados em um circuito, parte interna de uma lâmpada de LED. Fonte: <https://goo.gl/Kv989n>

•LED COB(chips on board):

Esse tipo de LED se caracteriza pela encapsulamento de inúmeros chips de LED montados em uma placa. Esse modelo está conquistando pouco a pouco espaço no mercado e se sobrepondo ao LED SMD. Isso está ocorrendo porque essa tecnologia apresenta um rendimento luminoso melhor do que os SMDs, ou seja, com o mesmo tamanho e potência, esse tipo de LED é capaz de fornecer uma quantidade de luz maior.

Por conseguir emitir uma quantidade de luz maior, não é necessário que se concentre o fluxo luminoso, permitindo assim que uma grande quantidade de luz seja emitida em grandes angulações, gerando uma alta intensidade luminosa. Existem no mercado, modelos que conseguem abranger até 160°(cento e sessenta graus).

Ainda é importante ressaltar que essa tecnologia possui um índice de reprodução da cor, ou IRC, em grande parte dos casos, maior que 90%(noventa por

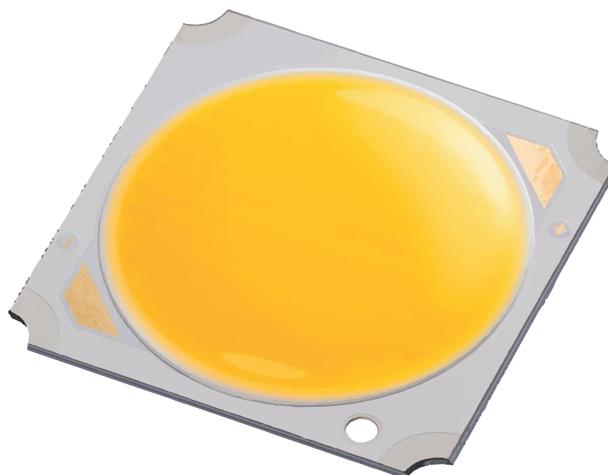


figura 53 – LED COB sem a estrutura de fixação. Fonte: <https://goo.gl/102Svr>

cento), garantindo uma luz de maior qualidade com reprodução muito fiel das cores. Esse é o tipo de LED utilizado nas "floodlights", luminárias utilizadas como base para o projeto.

No que tange aos projetos de iluminação tanto interna, quanto externa, todos os modelos de LED são amplamente empregados. Mas quando falamos de fidelidade das cores, LEDs de alta potência, alta eficiência luminosa, longa vida útil e etc, foi possível constatar que os LED COBs são os mais utilizados.

Tendo sido determinado a preferência por essa tecnologia, foi então necessário estudar como se dava o funcionamento da mesma e quais tipos de componentes elétricos eram necessários para um funcionamento adequado.

3.3 Noções Técnicas Para o Funcionamento do LED

Os LEDs COB é composto por fileiras de diodos emissores de luz ligados em série. Para seu funcionamento adequado, é necessário ficar atento as especificidades sobre a tensão e a corrente corretas desse componente eletrônico.

Na engenharia elétrica, são encontradas inúmeras nomenclaturas e termologias. Mas no que se trata do correto desempenho dos LEDs, três dessas nomenclaturas se fazem essenciais: a voltagem, a corrente e o tipo de corrente. É possível encontrar esses emissores de luz com diferentes especificações de voltagem e amperagem de funcionamento, porém, quanto ao tipo de corrente, seu funcionamento se dá pela corrente direta.

Em um circuito elétrico de corrente direta(DC-direct current), a corrente circula em apenas um dos sentidos. Já em um circuito elétrico de corrente alternada(AC-alternating current), a passagem da corrente ocorre nos dois sentidos, em momentos alternados. Ainda é possível observar um valor especificado para a frequência, esse valor se destina a especificar a quantidade de vezes que essa corrente alterna por segundo. A unidade de medida que se refere a frequência, é dada em Hertz, ou somente Hz.

Quando falamos de voltagem, unidade de medida pertencente ao sistema internacional de unidades, falamos da tensão elétrica de um circuito. É comum observar que o fornecimento de luz ocorre, no geral, em duas tensões diferentes, 110v ou 220v. No caso dos amperes, essa unidade de medida que também pertence ao sistema internacional de unidades, trata da intensidade da corrente elétrica.

O funcionamento de componentes eletrônicos ocorrem em voltagens, amperagem e tipo de correntes diferentes, por isso que a maior parte dos equipamentos eletrônicos da nossa casa, possuem uma espécie de transformador para que ele equalize as especificações da corrente que entra, com as especificações para o ótimo funcionamento desses dispositivos. Com os LEDs não seria muito diferente.

O equipamento responsável por fazer essa equalização de especificações no caso dos LEDs, são os "drivers". Eles ficam encarregados de corrigir a tensão, a intensidade e o tipo de corrente para fazer com que os diodos funcionem. Esses dispositivos podem ser encontrados em diferentes tamanhos e configurações para atender a todas as necessidades tanto quanto a sua capacidade de receber quanto a sua capacidade de fornecer. Eles ainda podem ser encontrados em diferentes tamanhos e até resistentes a água.



figura 54 – Fonte de alimentação para os LEDs, também conhecido como “Driver”.
Fonte: <https://goo.gl/bx62K7>

Esses modelos de LEDs, por sua grande potência e emissão de luz, acabam gerando certa quantidade de calor. Para que o equipamento não seja deteriorado por causa de altas temperaturas, ainda mais se tratando de uma localidade como o Rio de Janeiro, é necessário um componente que auxilie na dispersão do calor produzido por esse sistema. Essas peças são conhecidas como dissipadores de calor. Podendo ser fabricadas em alumínio ou Zamak.

Zamak é como são chamadas as ligas metálicas com ponto de fusão entre 385° e 485°, e compostas basicamente por Zinco (Zn), Alumínio (Al), Magnésio (Mg) e Cobre (Cu). O nome se deu ao juntar as iniciais de cada um dos elementos **Z**ink-**A**luminium-**M**agnesium-**K**upfer (zinco, alumínio, magnésio e cobre, em alemão).

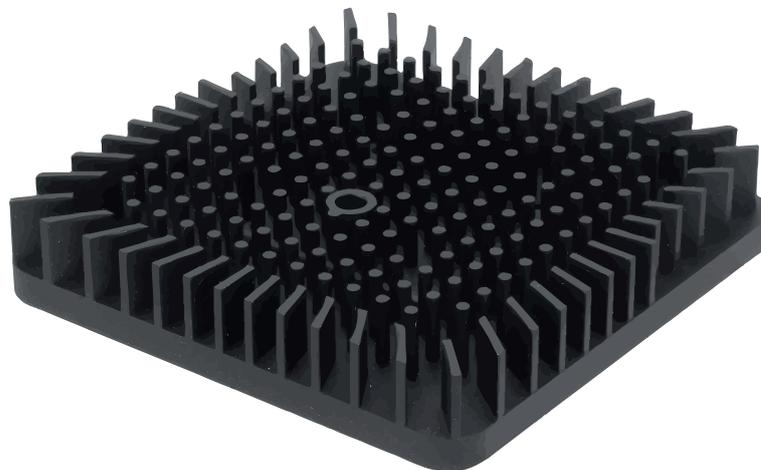


figura 55 – Dissipador de calor comum. Fonte: <https://goo.gl/JYL3zm>

Essa peça pode ser encontrada em diferentes formas e tamanhos, o material da sua composição deve ser capaz de absorver e dissipar a temperatura da fonte luminosa. Ainda possuem dissipadores equipados com “coolers”, que são pequenos ventiladores que ajudam na circulação do ar e na troca de temperatura entre o material e o meio.

Para que essa troca de calor seja feita de forma eficiente, ainda é necessário que a base onde o led for fixada, possua uma pasta térmica de silicone, ela funciona aumentando a aderência entre a fonte luminosa e o dissipador, aumentando a passagem de energia térmica entre os dois corpos. Essa pasta vem em bisnagas ou seringas para facilitar a aplicação do produto.



figura 56 – Pasta térmica para auxiliar na dissipação de calor. Fonte: <https://goo.gl/13tWbS>

Essas pastas podem ser fabricadas de diferentes materiais e o seu preço pode variar de acordo com esses fatores. Elas podem ter a cor branca ou prateada e nas suas versões mais caras, é utilizada a prata para a sua fabricação, já que esse metal tem uma ótima condução térmica.

Visto os materiais essenciais para o funcionamento ótimo do LED, ainda existem peças opcionais dependendo do resultado que se quer alcançar. Itens como o refletor e lente para o LED são utilizados afim de proporcionar qualidade óticas de acordo com a necessidade.

Os refletores podem ser fabricados de metal ou plástico e tem a função de direcionar o fluxo luminoso emitido pela fonte de luz. Esse direcionamento é compreendido por uma angulação e a sua regulagem também é função desse componente.



figura 57 - Refletor texturizado para LED. Fonte: <https://goo.gl/wOxEkU>

Outro artefato que auxilia no direcionamento e difusão da luz, são as lentes para os LEDs. Confeccionados predominantemente em material plástico ou vidro, são usualmente transparente e são responsáveis por obter determinadas angulações e acabamentos(disperso, focal, texturizado e etc.) luminosos.



figura 58 - Diferentes tipos de lentes para LED. Fonte: <https://goo.gl/XWNkaT>

Dimensionamento Adequado Para Alocar Os Componentes Do Sistema

Entendido então todos os componentes essenciais para o funcionamento correto e ótimo da fonte luminosa e do sistema, foi então preciso entender que as dimensões do objeto a ser projetado, deveria comportar todos os itens obrigatórios e compreender folgas.

O maior problema foi conseguir pensar num espaço adequado para a alocação do "Driver" do LED. Achar as dimensões do mesmo foi uma tarefa um pouco complicada por não ter sido encontrada a empresa que os fabricava e assim não ter acesso ao "DataSheets" (folhas de dados) do produto. Ainda sobre o "Driver" foi possível observar uma grande quantidade de produtos com diferentes dimensões, inclusive versões que propõe um tamanho reduzido.

Quanto ao refletores e lentes, a ideia era que existisse espaço para que a opção de instalação ficasse a critério do engenheiro responsável pelo projeto de iluminação dos locais a serem instalados os sistemas. Em alguns casos, os elementos obrigatórios e não obrigatórios são sugeridos pelo fabricante de determinadas peças. Tal como o fabricante do LED COB pode sugerir dissipadores de calor, bases, refletores, lentes e até os próprios "drivers".

Ainda foi preciso pensar que o dimensionamento deveria se fazer adequado a passagem dos fios pelo sistema e pela correta fixação do mesmo árvores. Assim como fatores de vedação, fixação e união entre as partes diferentes.

Fatores De Segurança

A segurança do sistema é um dos problemas mais importantes a ser resolvido, pois qualquer acidente envolvendo esses dispositivos pode ser letal. Uma vez que o projeto trabalha com eletricidade, foi necessário pensar na escolha de materiais com dificuldade de condução de energia elétrica. A própria árvore já faz esse papel, uma vez que a madeira não é condutora de eletricidade, o sistema se encontra relativamente isolado, mas para tal, é necessário que o mesmo esteja alocado em uma altura longe do contato com os pedestres e transeuntes.

Água e eletricidade são dois fatores conhecidos por não funcionarem muito bem quando misturadas, então foi necessário avaliar formas de isolar os componentes elétricos do mundo externo, já que uma simples chuva poderia causar danos ao sistema e aumentar consideravelmente os custos de implementação do projeto.

Mesmo que esses dois fatores não funcionem quando misturados, a presença dos dois é imprescindível para o ótimo funcionamento do sistema. A água das chuvas tem a função de limpar o sistema evitando que o acúmulo de resíduos possa causar danos ou super aquecimento.

Quanto a passagem da energia do ponto elétrico até o sistema, já que em

alguns dos casos ele pode ocorrer através de redes de distribuição subterrânea, esses cabos ficariam no nível do pedestre, então foi necessário avaliar formas de isolar os mesmos do contato com as pessoas e animais que circundam a árvore onde o sistema está instalado. Mesmo assim, na maior parte dos casos, essas soluções de segurança tem a intenção de solucionar acidentes e dificultar atos de vandalismo.

Ainda foi preciso pensar na necessidade de sistemas de fixação secundários para que caso os primários venham a falhar.

Os acidentes deveriam ser evitados também com os animais que vivem na/da árvore. Levando em consideração que as árvores são o habitat de insetos e animais, a escolha de materiais deveria ser feita pensando na excelente coexistência do sistema com a árvore e com esses bichos. Materiais com alta toxicidade poderiam prejudicar o bem-estar da árvore, matando os tecidos essenciais para a sua sobrevivência e ainda poderia representar riscos aos outros animais, tal como pássaros e micos que utilizam a árvore como habitação.

A escolha de materiais também deveria compreender a existência de insetos nocivos a estrutura, então materiais de base orgânica estariam mais suscetíveis aos ataques de cupins e traças, podendo gerar o enfraquecimento da estrutura, exposição dos elementos elétricos aumentando as chances de acidentes, mal funcionamento do dispositivo aumentando os custos de manutenção e implementação, queda de peças ou até do conjunto todo podendo ocasionar acidentes graves.

Materiais com alta condutividade também não fazem parte do escopo de materiais possíveis, devendo somente ser implementado quando devidamente isolado dos componentes elétricos, seja por estruturas ou revestimentos resistentes.

Capítulo 4

*Desenvolvimento e
Resultado Do Projeto*

4 Desenvolvimento e Resultado Do Projeto

Depois de reunidas as informações necessárias para a elaboração do projeto e o correto funcionamento do sistema, veio a parte de modelagem 3D dos modelos que apresentavam mais características favoráveis.

Na fase de desenvolvimento de modelos virtuais, foi possível observar problemas no funcionamento básico de grande parte das alternativas. Porém essa visualização foi extremamente positiva para alcanças o melhor modelo possível.

Nesse momento do projeto, decisões quanto a funcionalidade se fizeram necessárias afim de obter um modelo dentro dos moldes e requisitos do projeto

4.1 Analisando os Esboços

Essa parte do relatório se designa a analisar os desenhos feitos durante os estudos, cada um tendo suas qualidades e defeitos. Em certos desenhos surgiram ideias para solucionar cada um dos problemas descritos no capítulo anterior e outras soluções vieram a partir da modelagem 3D de determinados modelos.

Para essa seleção de esboços, foram escolhidos apenas os desenhos inteligíveis e modelos possíveis. Em muitos dos casos, não ficam determinadas as formas de fixação e são apenas sugestões de formas e possíveis funções.

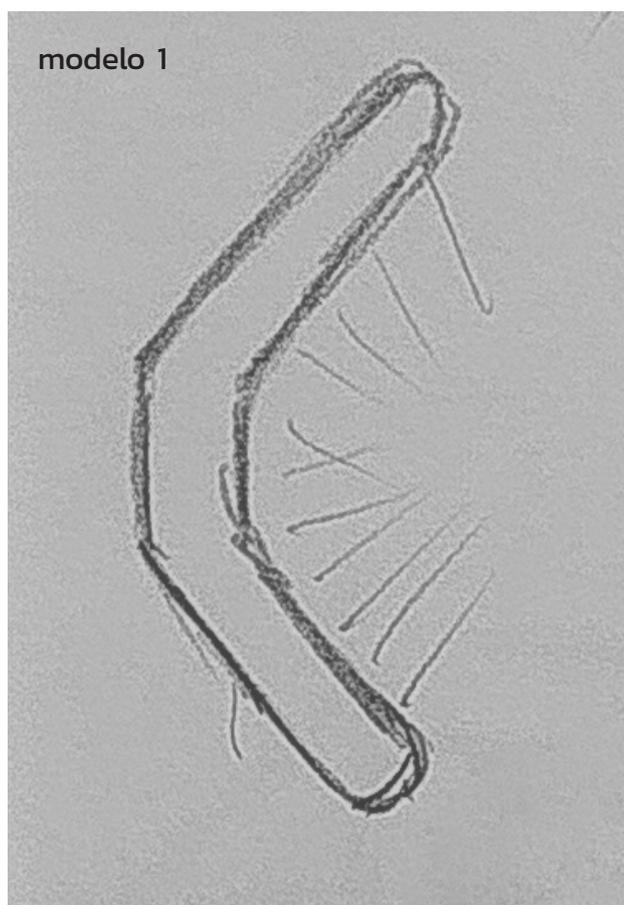


figura 59 - Esboço representando o modelo 1.
Elaboração própria.

O modelo 1 buscava iluminar tanto o pavimento quanto os pedestres e transeuntes do local e para tal essa alternativa deveria estar situada a uma altura máxima de dois metros. Porém essa alternativa poderia ocasionar um aumento no ofuscamento do céu noturno, iluminar as folhas das árvores prejudicando o ciclo do sono de animais e podendo resultar em luz invasora, prejudicando o ciclo circadiano de humanos também. Essa alternativa não buscava a solução de alocação dos componentes e fixação, tirando que ela não poderia ser muito ajustável.

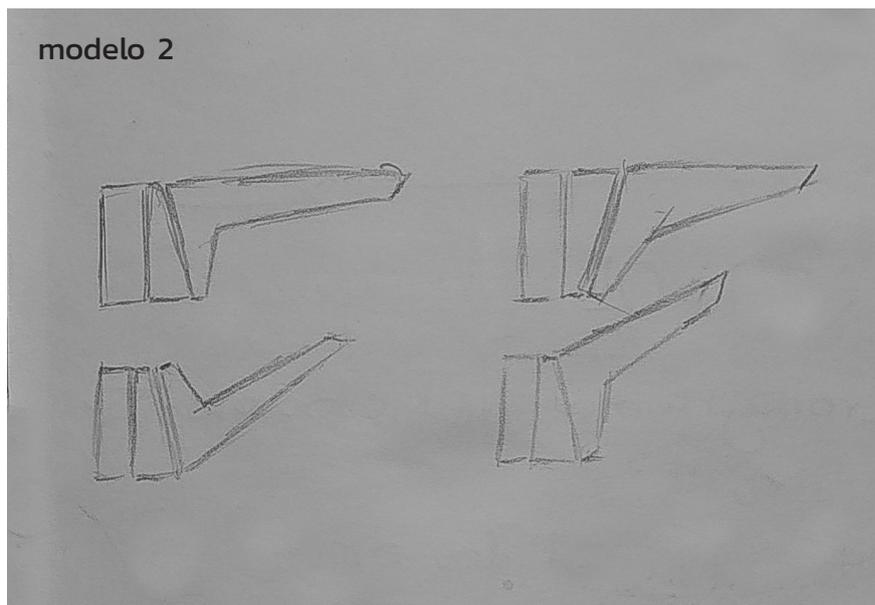


figura 60 – Esboço representando o modelo 2. Elaboração própria.

Essa alternativa, o modelo 2, buscava iluminar o pavimento sendo instalada em uma altura média de dois metros e meio. Sua regulagem era limitada, porém existia e compreendia quatro angulações diferentes. A fixação dessa alternativa não havia sido pensada, porém ela foi uma das eleitas a ser modelada para um estudo mais profundo sobre a forma dela.

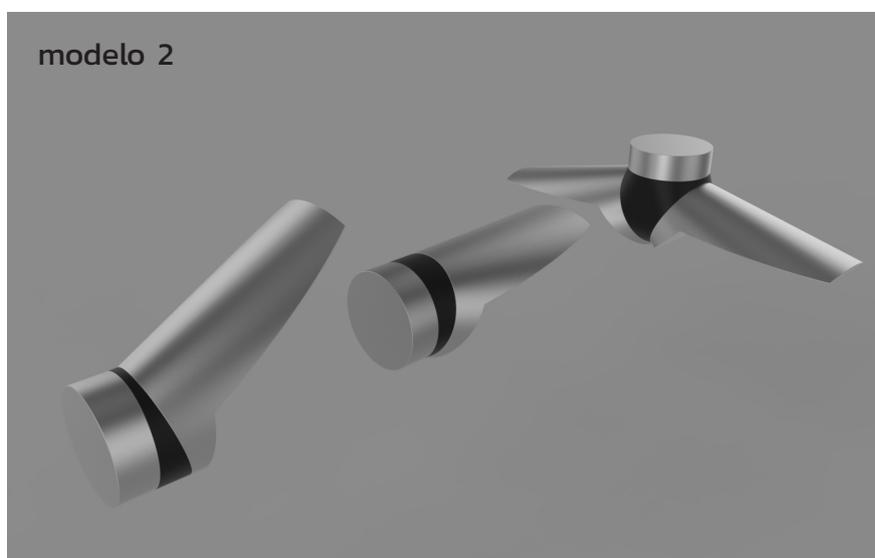


figura 61 – Render do modelo 2 feito após o mesmo ser modelado. Elaboração própria.

Após modelada, foi constatado que para a existência de quatro angulações possíveis, seria necessário que uma das peças, a intermediária, tivesse algumas alterações para tal. Ainda foi possível observar a complexidade da forma e como obter tal resultado poderia ser complicado.

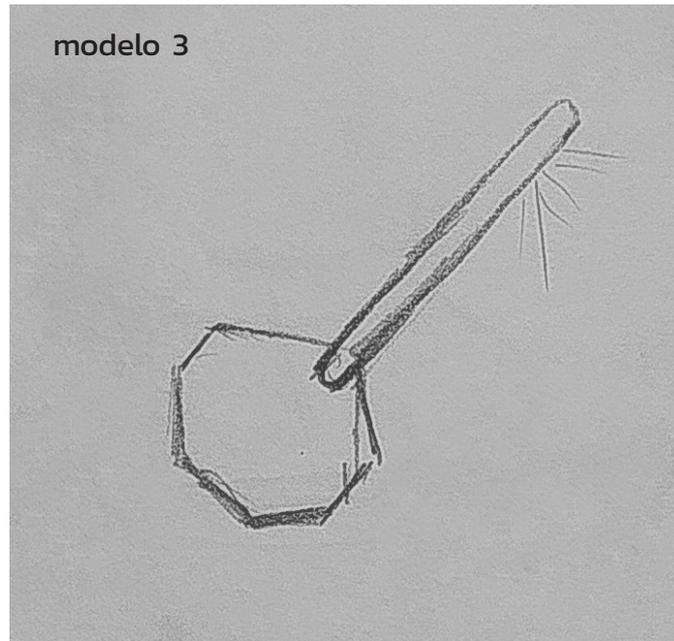


figura 62 - Esboço representando o modelo 3. Elaboração própria.

O modelo 3 era composto por uma base com o formato de um octógono extrudado. Em uma das faces, haveria uma estrutura retangular onde estaria localizada a fonte luminosa. A base teria a função de receber os componentes elétricos e fazer o ajuste do fluxo luminoso ao ter uma das cinco faces da parte oposta a localização da lâmpada, presas a árvore. A fixação não havia sido solucionada.

Essa alternativa foi descartada pois a sua base não apresentava estabilidade, e qualquer força aplicada na ponta da estrutura retangular, poderia desajustar o sistema e torná-lo ineficiente. Além disso, só permitia a rotação do sistema em uma direção, não possibilitando o amplo ajuste do feixe de luz.

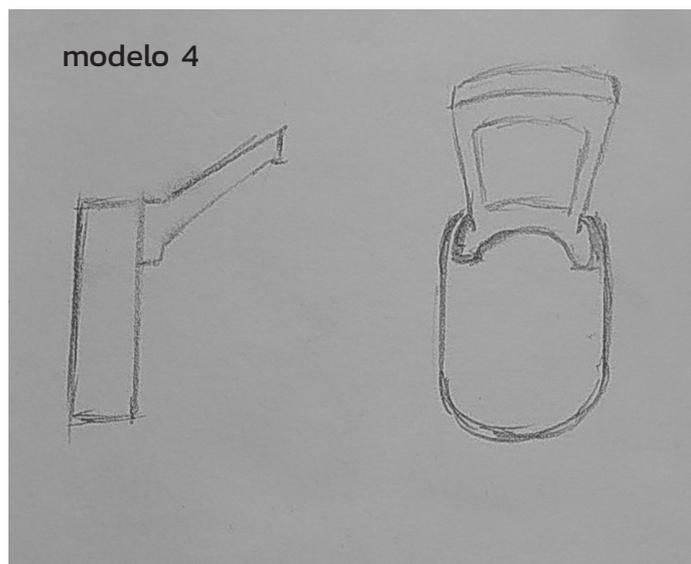


figura 63 - Esboço representando o modelo 4. Elaboração própria.

O modelo 4(quatro) previa uma base instalada na árvore e em cima dessa base estava localizado o componente luminoso. Essa alternativa foi uma das primeiras e não compreendia quase nenhum ajuste, mas entendia a necessidade de espaço interno

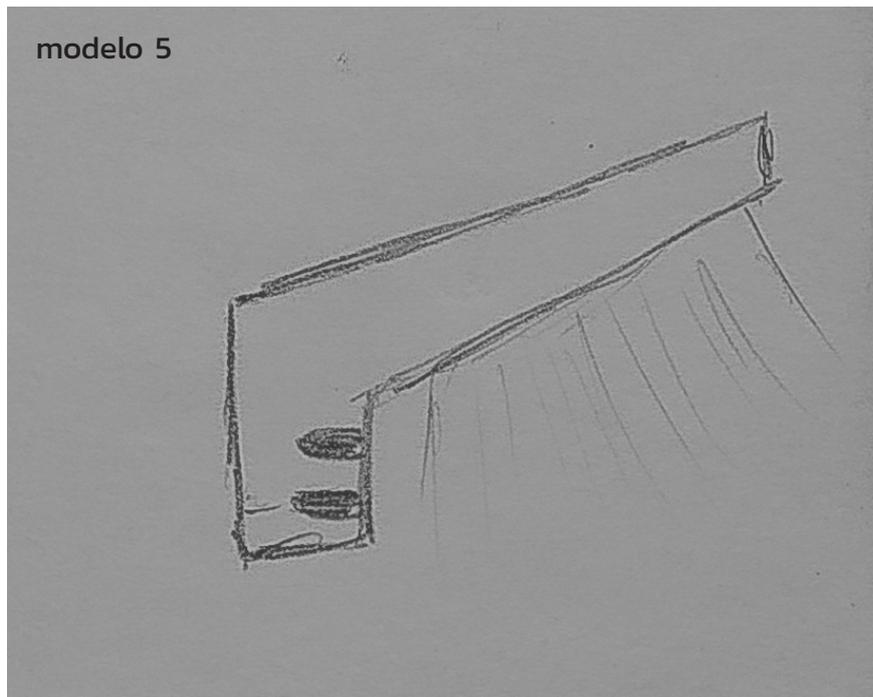


figura 64 - Esboço representando o modelo 5. Elaboração própria.

A alternativa de número 5 se tratava de uma estrutura fixa, conectada a outras por pinos "elásticos". A passagem do fio se dava pelo interior desses pinos, que por serem elásticos, faziam pressão entre os dispositivos, assim os fixando na árvore. Não havia sido proposto nenhuma solução para o ajuste adequado do fluxo luminoso.

Essa preocupação com o fluxo luminoso só se deu quando foi encontrada os problemas causados pela poluição luminosa que ocorre pelo excesso de fonte luminosa e projetos inadequados, antes, e por motivo estéticos, esse fator era ignorado.

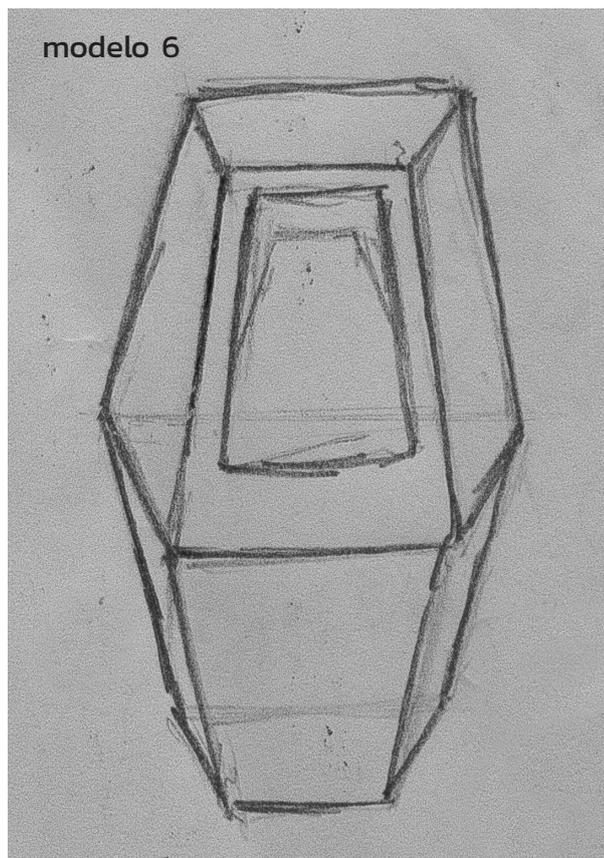


figura 65 - Esboço representando o modelo 6. Elaboração própria.

O modelo 6 era uma proposta de luminária fixada ao tronco da árvore. Não havia possibilidade de ajustar o fluxo luminoso. Sua fixação não havia sido pensada.

Essa alternativa não foi desenvolvida pois não compreendia a necessidade de espaço na parte interna para a alocação dos componentes elétricos e não era possível ajustar a direção do feixe de luz.

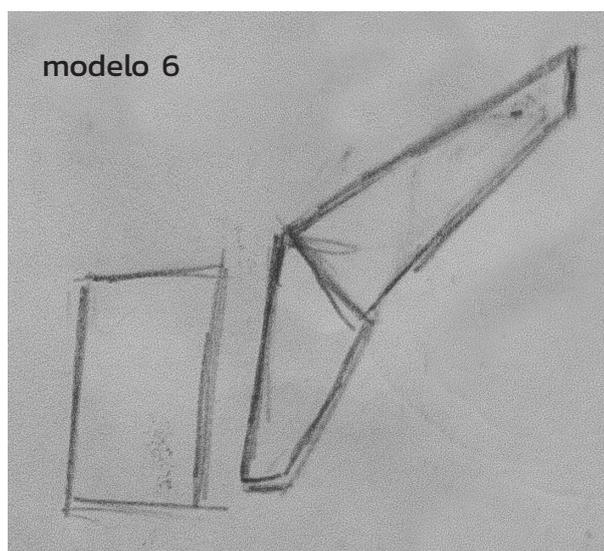


figura 66 - Esboço representando o modelo 6 na vista lateral. Elaboração própria.

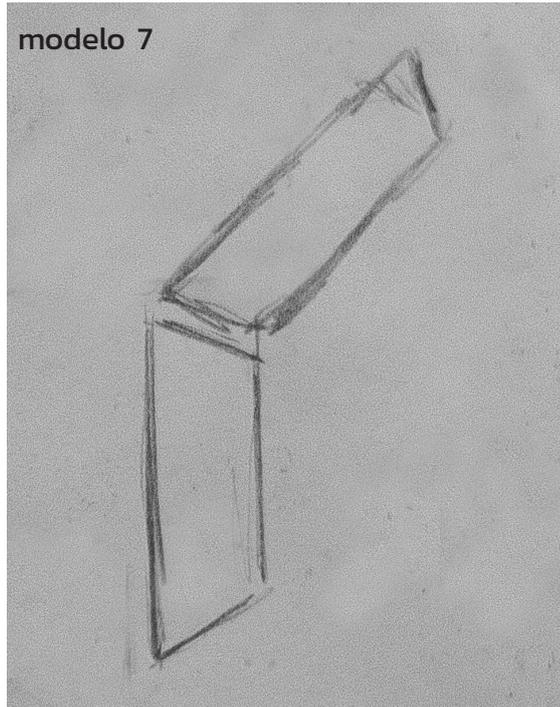


figura 67 – Esboço representando o modelo 7.
Elaboração própria.

O modelo 7 era uma tentativa de aprimoramento do modelo 6(seis). Os motivos que o desqualificaram foram o ajuste limitado do fluxo luminoso e a sua proximidade com o tronco. Essa alternativa, ao contrário da sua antecessora, compreendia espaço para os componentes elétricos.

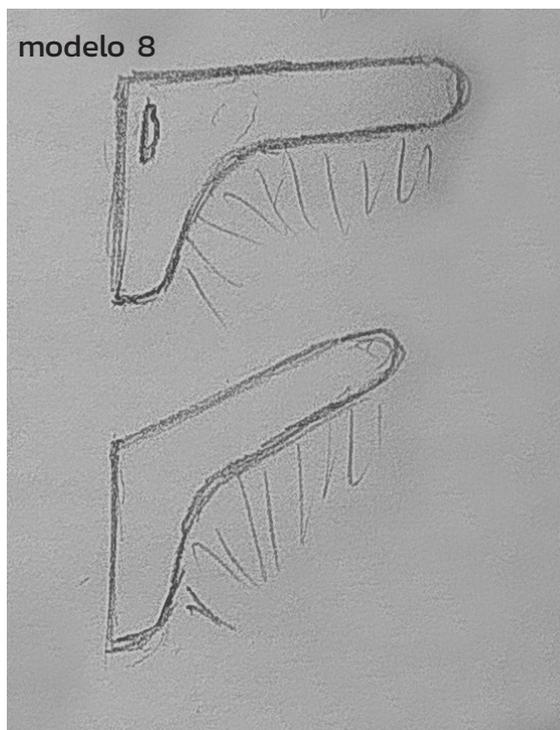


figura 68 – Esboço representando o modelo 8.
Elaboração própria.

O modelo 8, assim como o 5(cinco), não era adequado aos requisitos do projeto. Esta alternativa apenas se fez útil por pensar na sua fixação, que seria feita por uma cinta e, por isso, o buraco na lateral.

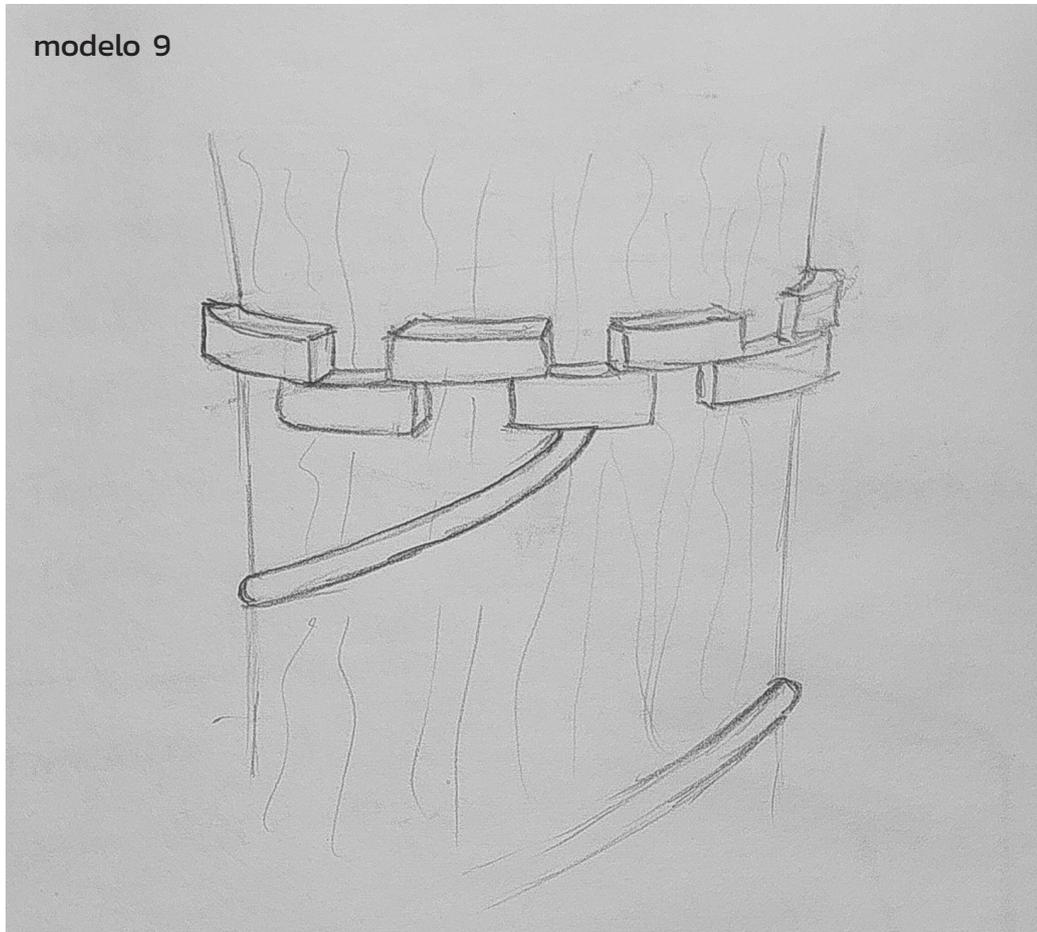


figura 69 - Esboço representando o modelo 9. Elaboração própria.

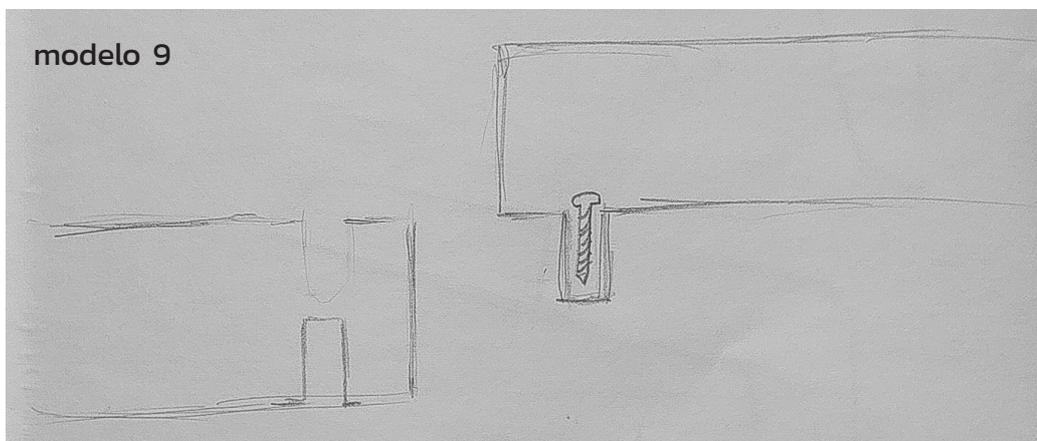


figura 70 - Esboço representando como seria o encaixe das peças do modelo 9. Elaboração própria.

O modelo 9 era uma solução modular composta por duas peças diferentes, uma para a conexão e outra para a emissão de luz. A aderência do módulo a árvore se daria por meio de um sistema que gerasse tensão entre as peças. Os problemas dessa alternativa foram: a incapacidade de ajuste do fluxo luminoso, a falta de espaço para os componentes elétricos, o espaço para a passagem do fio entre as peças do dispositivo e a complexidade do sistema, que encareceria o processo de produção.

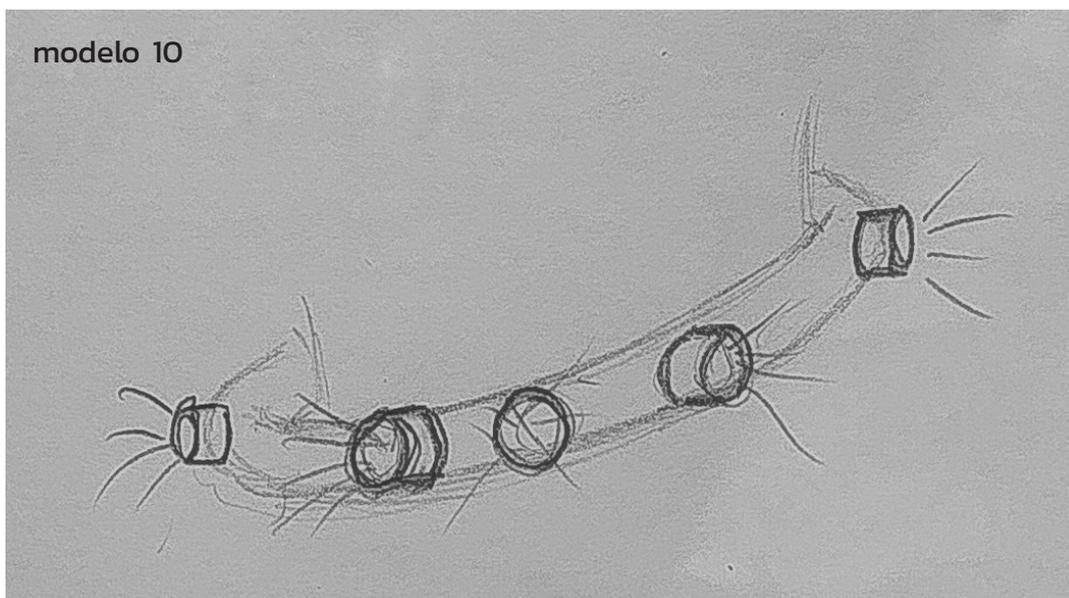


figura 71 - Esboço representando o modelo 10. Elaboração própria.

O modelo 10 foi inspirado na ideia dos passa-fios visto no “Estudos por Problemas”, no tópico de “Acesso ao Ponto Elétrico”. Consistia num tubo com ampla capacidade de deformação e com pontos luminosos ao longo de seu comprimento. Essa alternativa eliminava o problema de tamanho mínimo do diâmetro da árvore para receber o dispositivo, pois a fixação se dá pelo tencionamento do tubo ao redor do tronco.

A falta de espaço para a alocação dos componentes necessários para o funcionamento da fonte luminosa e a incapacidade de ajuste do fluxo luminoso foram problemas observados nesse modelo. Essa incapacidade e a quantidade de pontos de luz seriam um grande fator para o aumento da poluição luminosa e da luz invasora, já que a fonte luminosa, na essência do projeto, seria emitida em direção perpendicular ao tronco da árvore. Outra desvantagem observada nesse modelo foi a exposição dos componentes elétricos, já que eles estariam instalados na altura dos pedestres e ficariam acessíveis, aumentando o risco de acidentes ou vandalismos.

O modelo descrito acima foi uma ideia promissora do projeto, se apresentando como alternativa favorita em inúmeros momentos, porém, a falta de adequação aos requisitos pré estabelecidos fez com que fosse descartada. Outras ideias surgiram com base nesse modelo, mas em todas elas era observado a falta significativa de um ou mais requisitos que foram aplicados para a ótima solução do problema projetual.

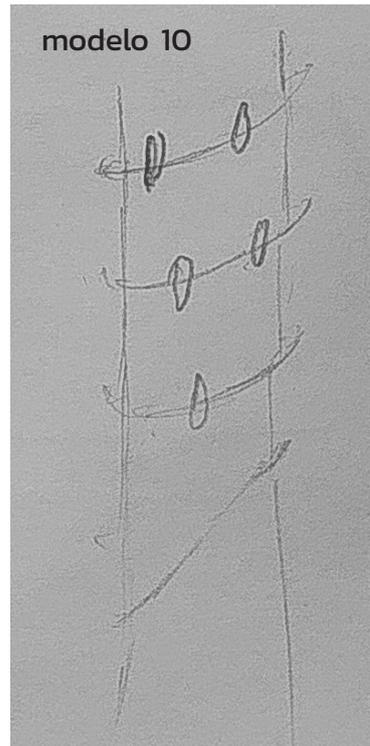


figura 72 - Esboço representando o modelo 10. Elaboração própria.

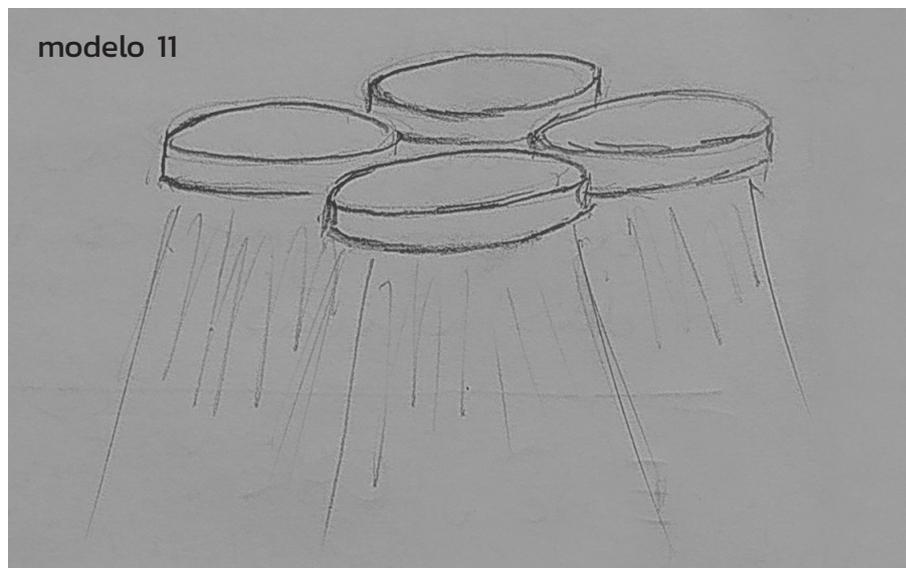


figura 73 - Esboço representando o modelo 11. Elaboração própria.

A alternativa de número 11 era modular e se baseava em estruturas circulares onde todos os elementos estavam alocados. A fixação na árvore ocorria por meio de elementos que tencionavam uma peça contra a outra. Para a adequação ao tamanho da árvore, era possível subtrair ou adicionar peças que aumentariam a circunferência compreendida pelo sistema.

A estabilidade do sistema, a dificuldade de ajuste do fluxo luminoso e a complexidade de regulação da fixação em torno do tronco foram os problemas

observados nesse modelo. Pois não seria possível fazer ajustes pequenos, a inclusão ou a subtração de uma peça poderia gerar uma sobra ou falta de espaço necessário para a instalação do sistema impossibilitando a ampla adequação do projeto.

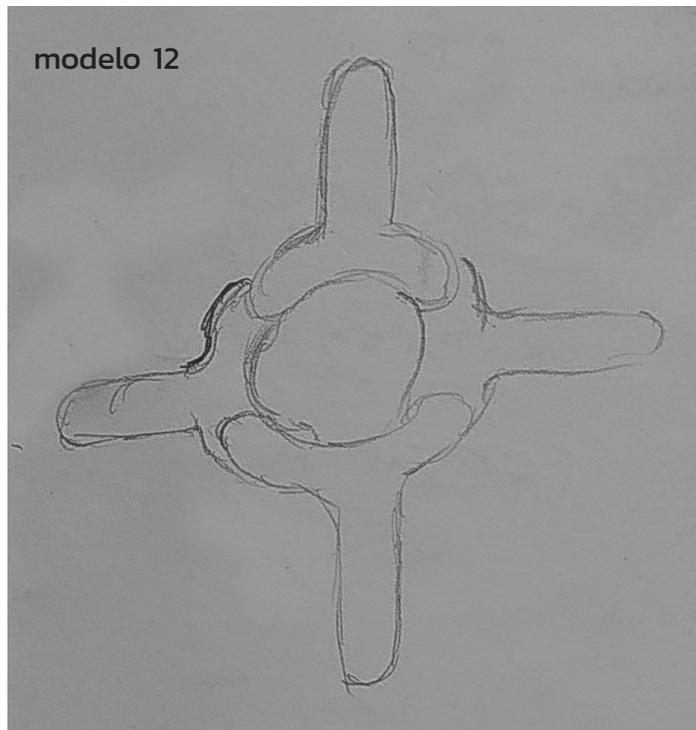


figura 74 - Esboço representando o modelo 12. Elaboração própria.

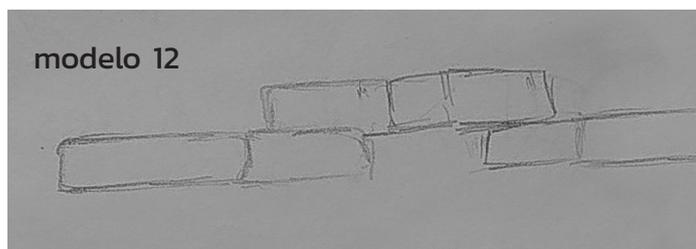


figura 75 - Esboço representando o modelo 12 na vista frontal. Elaboração própria.

O modelo 12 é uma das alternativas baseadas no modelo 9(nove), composta por duas peças diferentes, mas nesse caso, as duas teriam as mesmas funções, as suas diferenças seriam estruturais para tornar possível a união entre elas. Essa alternativa apresenta o distanciamento da fonte luminosa do tronco da árvore como solução para o problema da sombra causada por causa da proximidade ao tronco. A aderência desse alternativa se daria de forma igual ao do seu modelo predecessor, com elementos que gerassem tensão entre uma peça e a outra.

O problema dessa alternativa seria causado pelo mesmo fator que solucionava o anterior. O alongamento da estrutura da fonte luminosa iria proporcionar a diminuição da sombra formada na parte posterior do tronco, ao mesmo passo que iria aumentar a instabilidade do sistema. Outro problema encontrado foi a falta de

espaço para alocar os componentes necessários para o correto funcionamento do sistema. A estrutura do elemento de tencionamento para a aderência do sistema na árvore provavelmente seria um item de alta complexidade, encarecendo o processo de fabricação da peça.

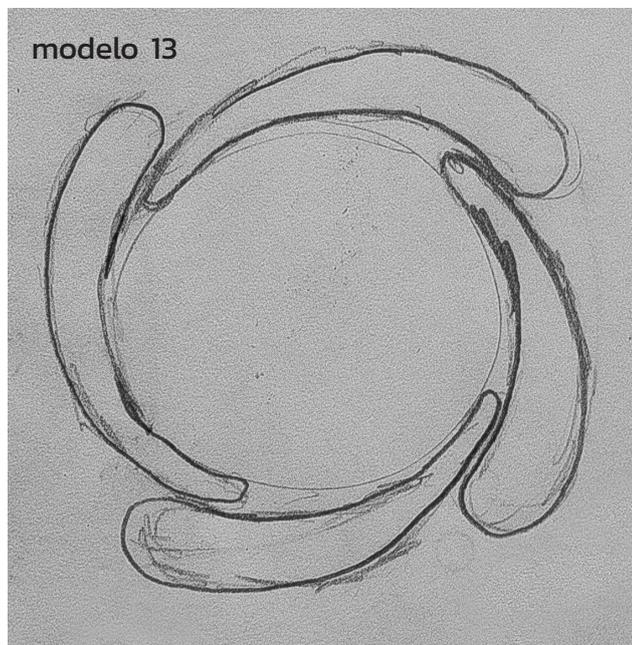


figura 76 - Esboço representando o modelo 13.
Elaboração própria.

O modelo 13, assim como o modelo 12, foi uma evolução da alternativa 9. Essa variação de desenho viria para facilitar a solução dessa alternativa, já que seria composta por apenas uma peça, que realizaria todas as funções necessárias, a de fixação, alocação dos componentes elétricos, emissão de luz e etc.

O maior problema dessa alternativa foi a falta de espaço para alocação de todos os itens, pois dentro da estrutura seria necessário a instalação dos componentes elétricos, do elemento de tencionamento entre as peças, da fonte luminosa e de outros itens que poderiam aparecer como necessidade ao longo do projeto.

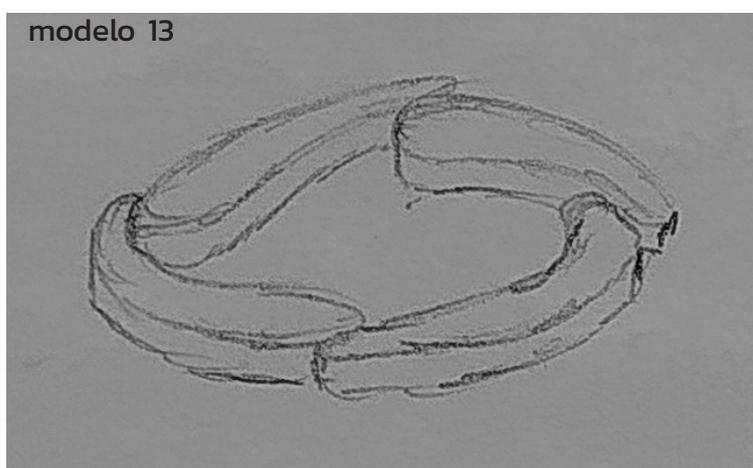


figura 77 - Esboço representando o modelo 13 em perspectiva.
Elaboração própria.

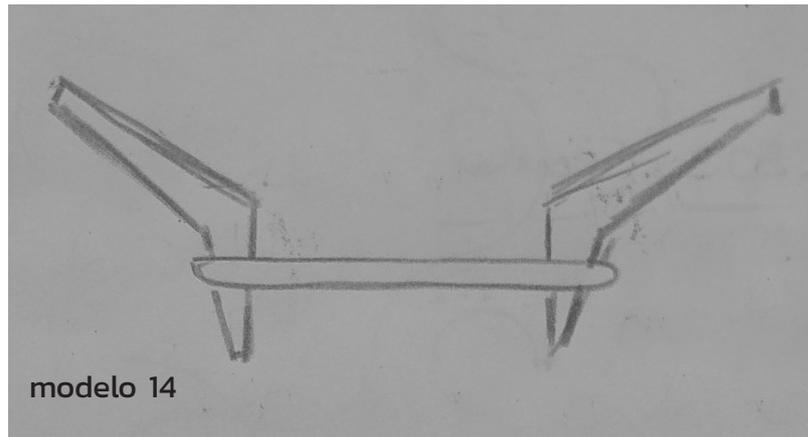


figura 78 – Esboço representando o modelo 14. Elaboração própria.

O modelo 14 era composto por diferentes peças de estruturas rígidas que seriam fixadas ao tronco por uma abraçadeira metálica ou elástica. Essa alternativa seria a mais fácil de ajustar, pois devido ao uso de um componente solto, que teria unicamente essa função, a escolha do mesmo poderia ser encontrada no mercado ou até desenvolvida na intenção de ser o mais simples e mais abrangente possível.

Os problemas dessa alternativa seriam a incapacidade de ajuste do fluxo luminoso na direção correta e, por ser composto por uma estrutura fixa, essas peças poderiam estar no caminho de galhos e troncos. Além disso, não foi encontrada nenhuma solução funcional para a passagem da corrente elétrica de uma peça para a outra.

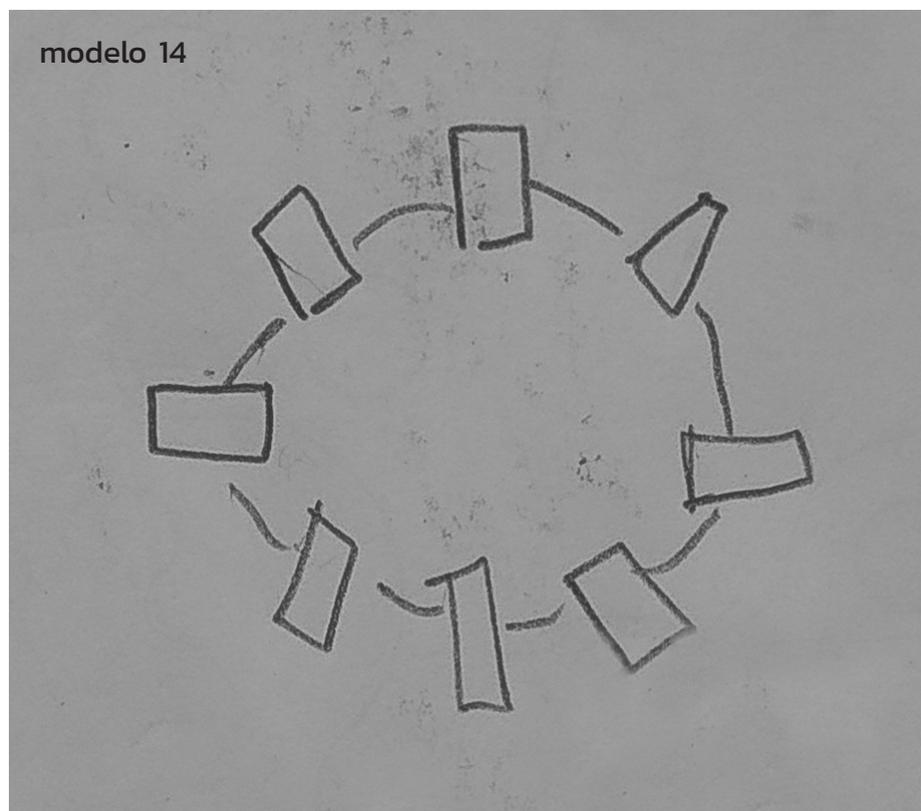


figura 79 – Esboço representando o modelo 14 na vista superior. Elaboração própria.

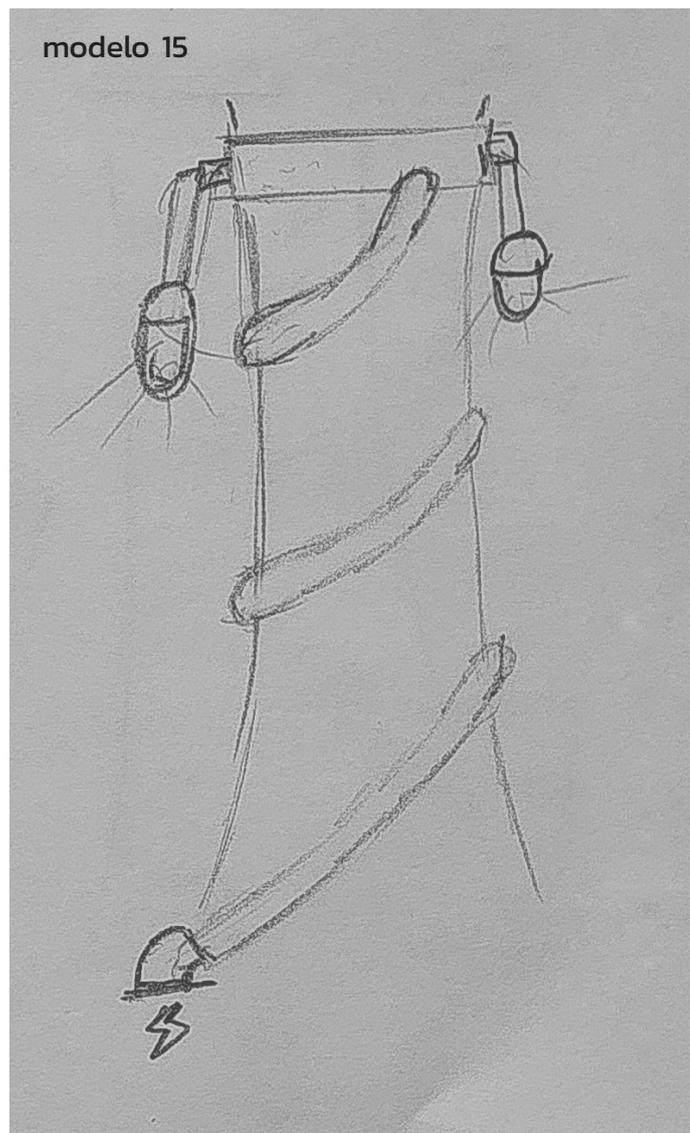


figura 80 – Esboço representando o modelo 15 e uma das ideias de passagem da fiação. Elaboração própria.

O esboço contendo a alternativa de número 15 trata de dois tópicos ao mesmo tempo, do modelo de luminária número 15 e sobre como seria feito o acesso ao ponto elétrico. O passa-fios analisado outrora serviu como base de inspiração para a solução desse problema. A estrutura se prezaria a proteger o fio condutor da corrente elétrica do clima, dos animais, da água, dos acidentes e do sol. Essa estrutura teria de ser fabricada de material flexível, resistente e a sua alocação no tronco da árvore ocorreria por pinos de fixação superficial e pelo tencionamento da estrutura no ato de instalação. Quanto mais força fosse aplicada, mais rente ao tronco a estrutura ficaria. Essa peça ainda tem que ser capaz de se expandir para acompanhar o crescimento em diâmetro do tronco.

Quanto a luminária, essa alternativa tratava de usar estruturas penduradas em um anel fixado na árvore, onde a gravidade faria o papel de ajustar a direção do feixe luminoso. Os problemas dessa alternativa são: a falta de espaço para os componentes elétricos e a sua maleabilidade. Além disso, como as fontes luminosas ficariam penduradas, seria fácil intervir no seu ajuste, e até alterá-lo.

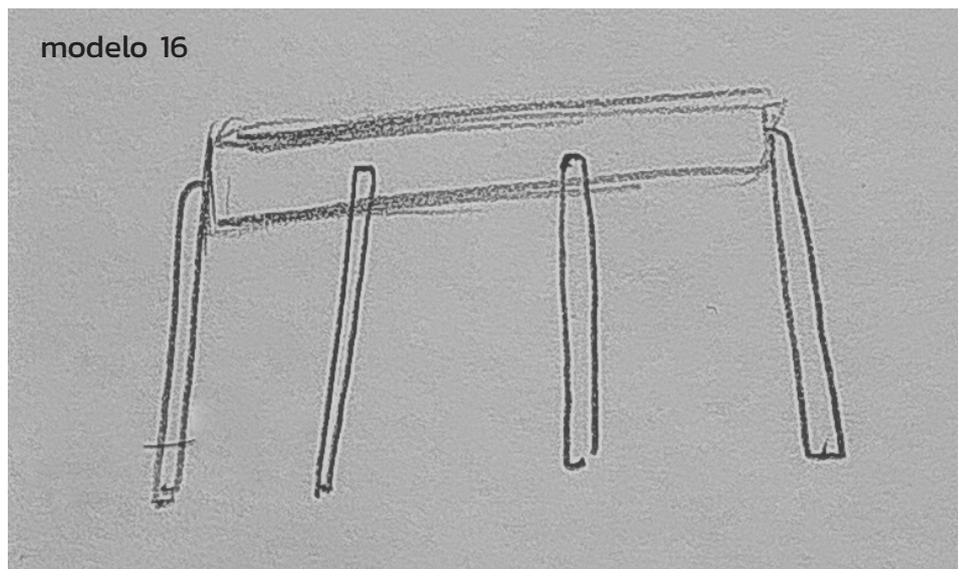


figura 81 - Esboço representando o modelo 16. Elaboração própria.

O modelo de número 16 é uma evolução do modelo de número 15 que, ao invés de ser composta por um fio com estrutura para a fonte luminosa em sua ponta, faz o uso de “tubos de luz” pendurados na árvore.

Essa ideia, depois de avaliada mais a fundo, se mostrou não muito viável e nem um pouco original, já que é uma solução observada em decorações natalinas e festivas. Inclusive existe um prédio empresarial no centro do Rio de Janeiro, em que as árvores na sua calçada possuem estruturas tubulares com luzes em seu interior, como pode ser observado nas imagens a seguir

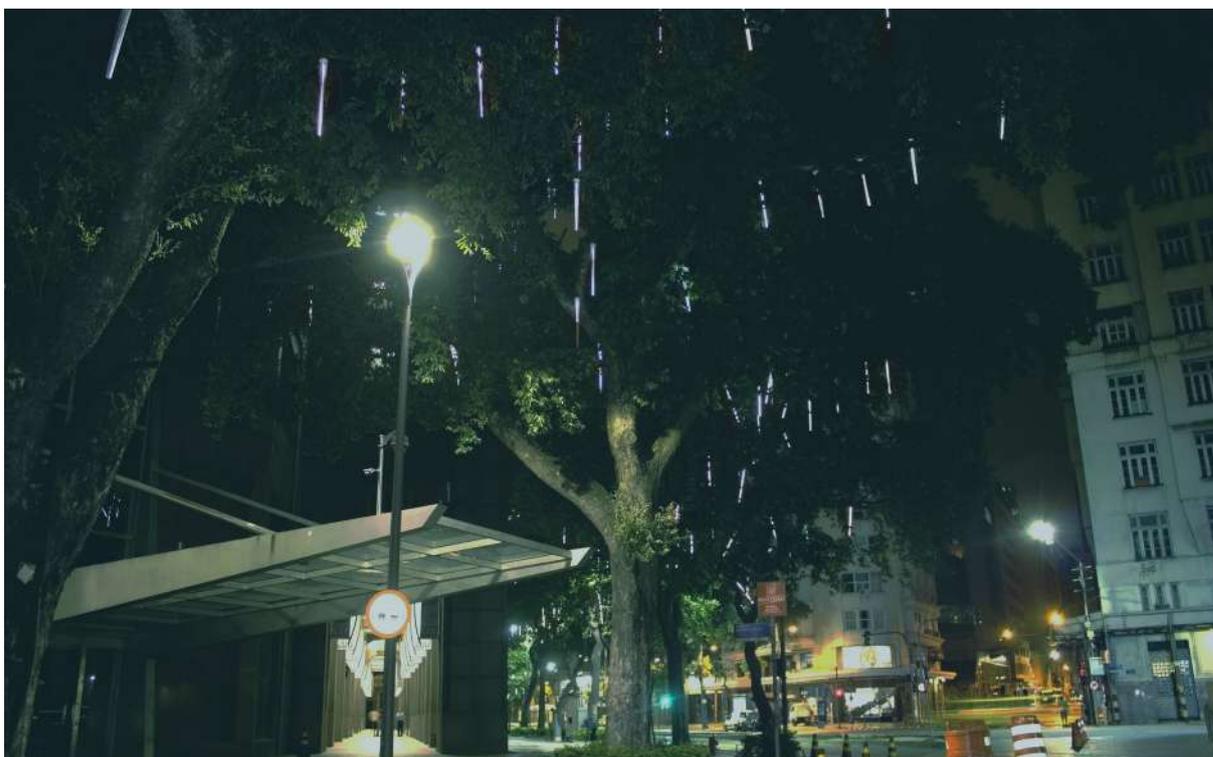


figura 82 - Sistema de iluminação fixado em árvores na frente de edifício empresarial na Praça Mauá. Elaboração própria.



figura 83 – Sistema de iluminação fixado em árvores na frente de edifício empresarial na Praça Mauá. Elaboração própria.

Os problemas dessa alternativa são a falta de espaço para a alocação dos componentes elétricos, a grande quantidade de poluição luminosa e a luz invasora que ela iria gerar. A emissão de fluxo luminoso ocorreria 360° em volta do tubo, gerando desaproveitamento de luz, desperdício de energia e os outros problemas citado anteriormente.

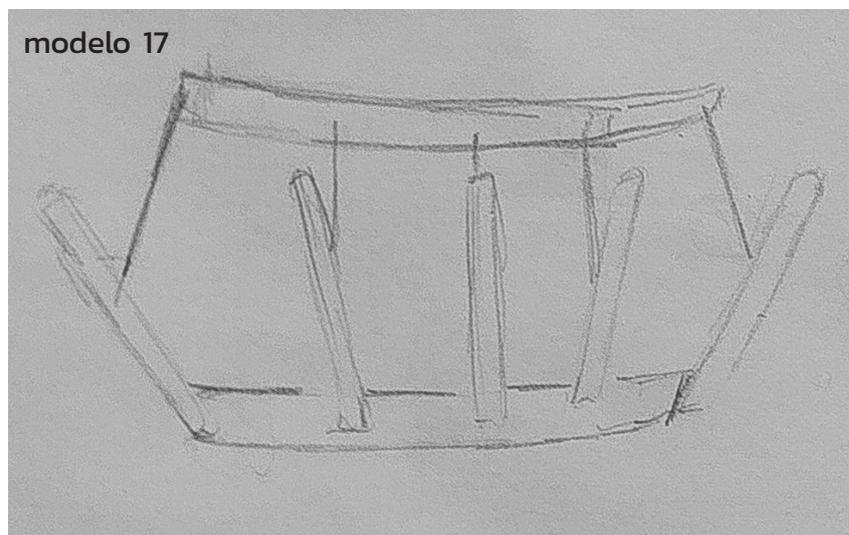


figura 84 – Esboço representando o modelo 17. Elaboração própria.

O modelo 17 veio como uma alternativa ao modelo 16(dezesseis). Seria um tubo em que apenas os 180° em direção ao chão emitiriam luz. Ele possuiria uma estrutura, parecida com a do guarda chuva, que ajudaria na regulagem do fluxo luminoso.

Os problemas dessa alternativa são infundáveis, tal como a falta de espaço para os componentes elétricos, a dificuldade de regulagem da estrutura aos mais variados troncos, os galhos poderiam ser uma dificuldade de manuseamento da estrutura. Enfim, uma verdadeira utopia.

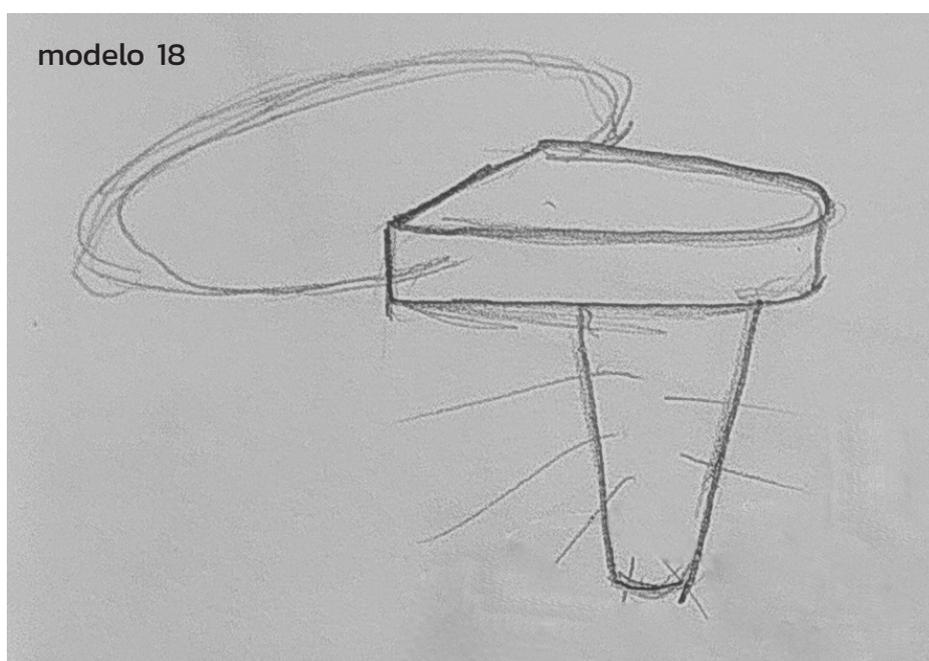


figura 85 - Esboço representando o modelo 18. Elaboração própria.

A alternativa 18 apresenta luminárias presas ao tronco por uma cinta. A peça possuía uma cúpula em formato de cone que fazia a dispersão da luz, emitida pela fonte luminosa, em todas as direções. A estrutura para a alocação dos componentes elétricos funcionava como uma barreira, para que essa energia luminosa ficasse concentrada apenas em direção ao chão. Esta seria uma alternativa denominada de “dispersão semi limitada”.

O problema dessa alternativa é que a estrutura localizada na parte da frente exerceria uma força alavanca, prejudicando a estabilidade do sistema e, além disso, luminárias semi limitadas não combatem a poluição luminosa. Este não é um requisito, mas contribuiu para a sua exclusão.

Essa alternativa não foi analisada quanto a transferência da corrente elétrica de um sistema para o outro, pois foi possível observar inúmeros problemas que impossibilitariam a sua aplicação.

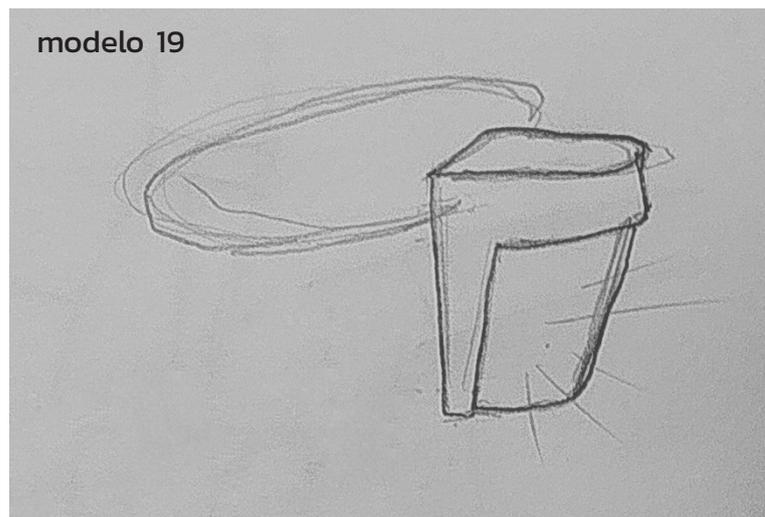


figura 86 - Esboço representando o modelo 19. Elaboração própria.

O modelo 19 foi uma solução encontrada para a instabilidade do modelo 18. Com uma estrutura mais robusta, mais espaço interno para receber os componentes elétricos e a fonte luminosa. Sua carcaça ainda contribuía para a concentração do fluxo luminoso na direção correta.

O problema dessa alternativa foi a sua incapacidade de regulação do fluxo luminoso. Apesar de emitir na direção correta, caso o tronco possuísse alguma inclinação, essa luz poderia se tornar uma adversidade, sendo direcionada para o céu ou para a fachada de prédios.

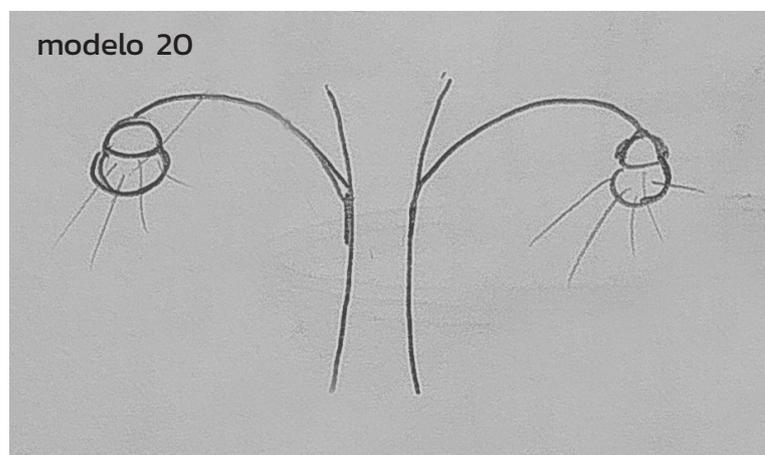


figura 87 - Esboço representando o modelo 20. Elaboração própria.

O esboço contendo o modelo 20 analisava somente a necessidade de afastar a fonte luminosa do tronco. Esse esboço representou o começo dos desenhos que levaram a solução final e, por isso, a sua presença nessa lista.

Ele compreendia a necessidade de uma estrutura de suporte para balancear com o efeito alavanca, braços que estendiam a fonte luminosa para longe do tronco, cúpula semi limitada ou limitada e etc. A sua forma é, de todos os desenhos, a mais comum, porém a mais funcional também.

Essa alternativa não compreendia a necessidade de espaço para alocação dos componente elétrico nem a capacidade de regulação do fluxo luminoso pois se tratava apenas de um esboço.

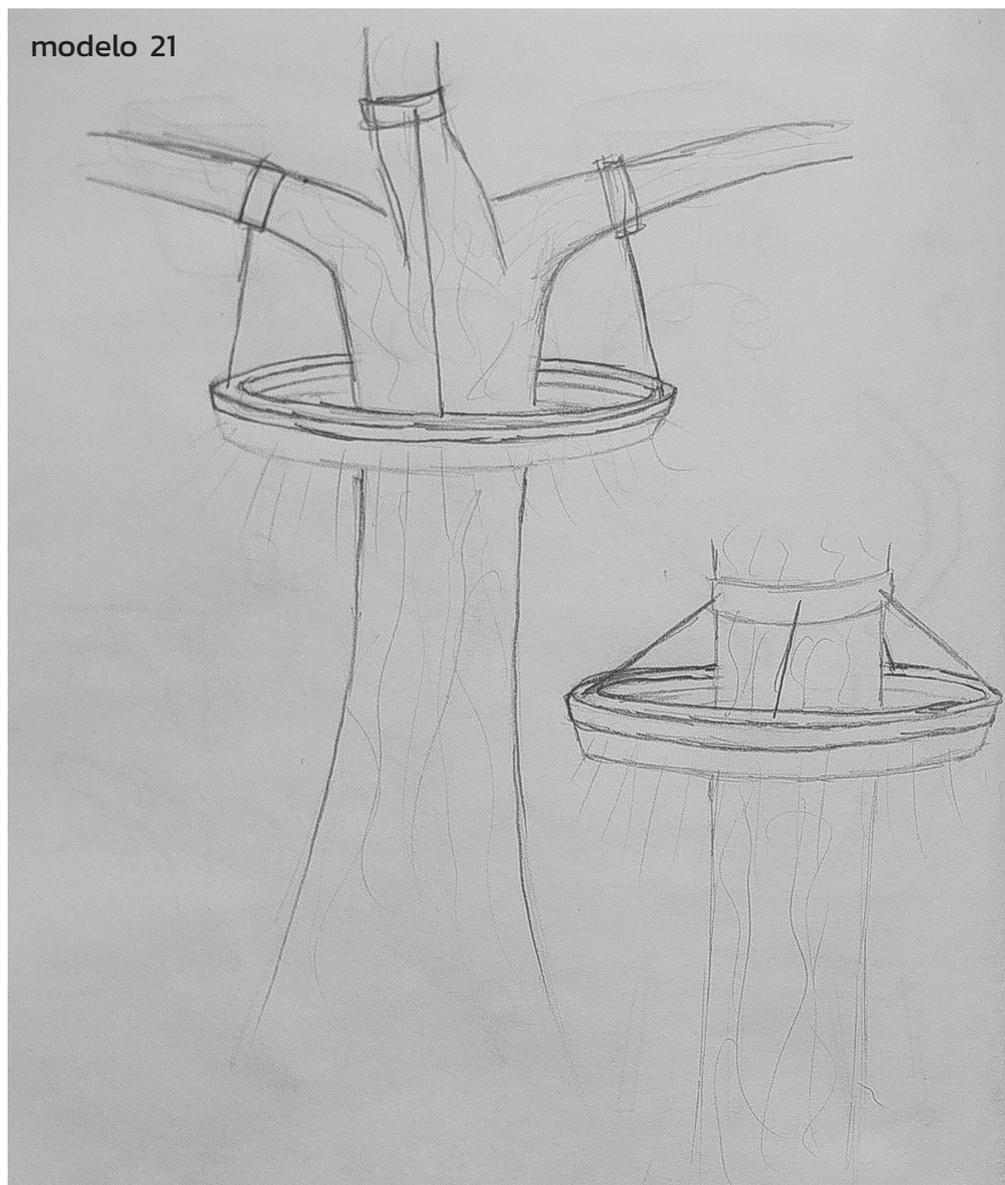


figura 88 - Esboço representando o modelo 21. Elaboração própria.

O modelo 21, assim como alguns anteriores, foi um dos que se destacou, mas é puramente conceitual. Ele seria preso a árvore por abraçadeiras metálicas (forma ideal de fixação) e, através de cabos resistentes, ficaria suspenso ao redor do tronco. Apenas a parte inferior emitiria luz, na tentativa de evitar o desperdício de energia e o aumento da poluição luminosa.

Os problemas que surgem dessa alternativa são muitos, a começar pela sua instabilidade: em caso de ventos e chuva forte, essa luminária ficaria completamente a mercê desses fatores. Por não ter um suporte sólido o suficiente, ele poderia balançar e bater na árvore, ocasionalmente gerando danos aos componentes elétricos. Ainda falando sobre seus problemas, o espaço para alocação desses componentes seria um tanto quanto inapropriado, devido a sua curvatura e os componentes em sua maioria serem retos. Mas o maior problema, sem dúvidas, seria a sua instalação na árvore. Por causa da copa, ela não poderia entrar por cima e por motivos de física, ela não poderia entrar por baixo. A solução seria então subdividir o sistema em diferentes componentes, o que aumentaria de forma drástica a complexidade da instalação do sistema.

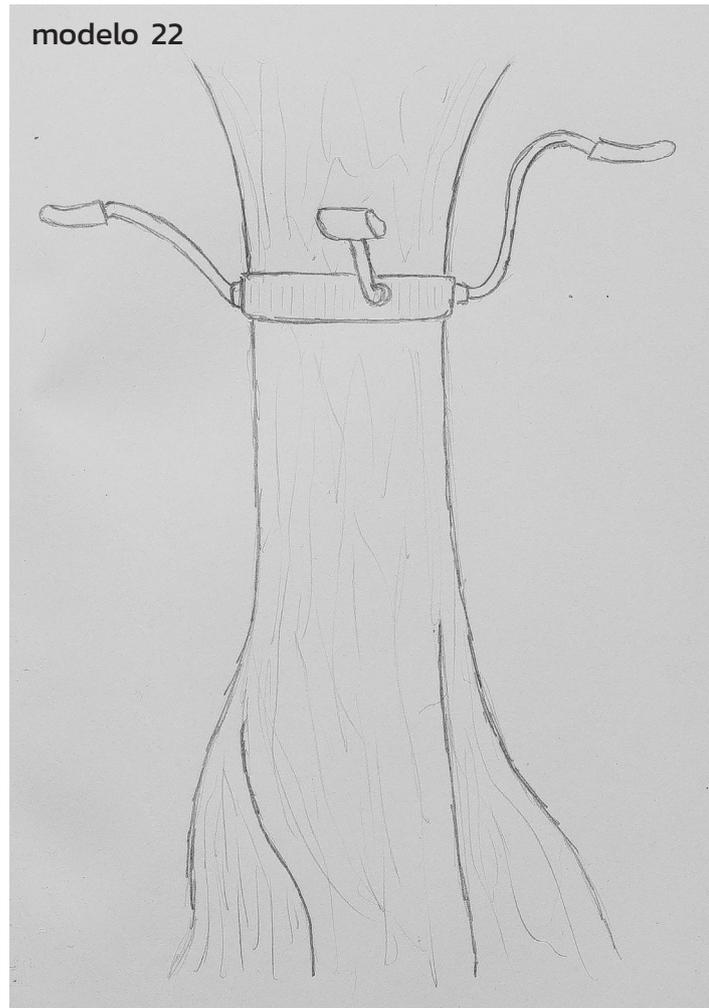


figura 89 - Esboço representando o modelo 22. Elaboração própria.

O modelo 22 foi, de todas as alternativas, a mais estimada. Seus braços maleáveis permitiriam a precisa regulagem do feixe luminoso e ainda seria capaz de se ajustar ao formato dos galhos e troncos. Ainda por causa desses braços, seria capaz nivelar a altura da luz de acordo com as necessidades. Supondo que existisse um banco embaixo da árvore, seria possível que uma das luminárias estivesse mais próxima do mesmo. A sua forma, por ser extremamente manipulável, traria uma sensação de estrutura orgânica, fazendo uma alusão aos galhos da árvore,

Alguns fatores fizeram ela ser desconsiderada. Apesar de solucionável, a falta de espaço para os componentes elétricos foi um dos fatores que fizeram repensar esse modelo, e a estrutura de amarração ao tronco teria de ser revista. Sendo bem honesto, o maior fator foi a falta de conhecimento sobre os tipos de material e modos de fazer esses braços serem maleáveis e extremamente resistentes ao mesmo tempo.

Em meio a procura de tantas informações pertencentes a outros universos tão desconhecidos, como urbanismo e arquitetura, engenharia elétrica, biologia, engenharia de materiais e etc. a necessidade de inclusão de mais uma poderia prejudicar na finalização do projeto e entrega na data adequada. Por motivos de organização e desempenho, essa alternativa foi eliminada, mesmo tendo sido a predileta.

4.2 Analisando Estudos Modelados

Ainda existiram outros nove estudos realizados para solucionar o projeto, que não foram esboçados. A análise desses modelos ocorreu de forma virtual, tentando compreender os problemas estruturais que cada uma dessas alternativas tinha e quais seriam as formas possíveis se solucionar essas desvantagens.

Dos nove, apenas dois merecem ser detalhados nesse relatório, até porque nem todos receberam a mesma atenção. Isso porque durante o processo de modelagem já era encontrado algum problema sem solução ou com solução extremamente complexa, fazendo eles serem desconsiderados antes de terminados.



figura 90 - Render representando o modelo 23. Elaboração própria.

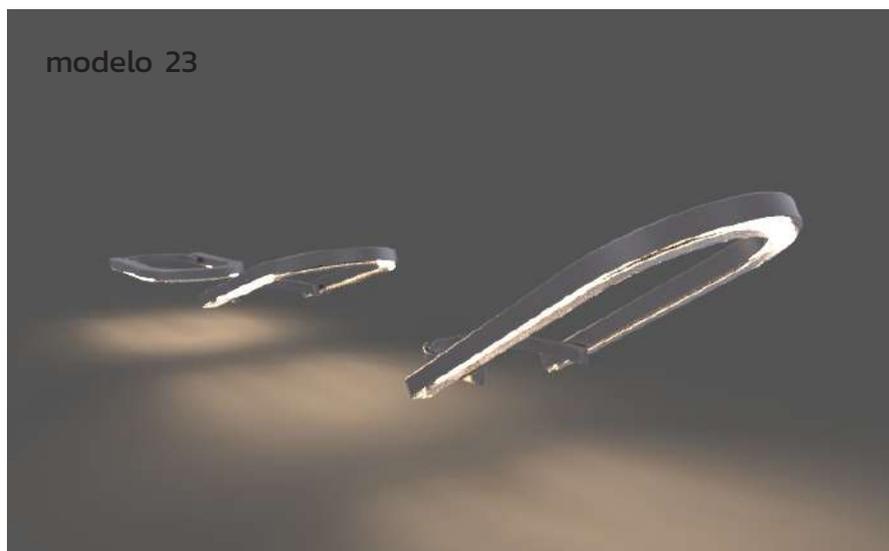


figura 91 - Render representando as variações de inclinação do modelo 23. Elaboração própria.

O modelo 23 era composto por duas peças em formato de “U”, uma responsável pela fixação da estrutura na árvore e a outra responsável pela emissão de luz. Essa alternativa possuía ampla capacidade de regulagem em apenas um eixo, que conseguiria abranger grande parte dos casos. O “U” da fixação seria de algum material flexível e resistente que seria comprimido contra o troco.

Seus problemas são de tudo um pouco, a fixação não havia sido completamente elaborada e antes mesmo que fosse, foi possível perceber que ela seria um tanto quanto ineficiente.

O sistema não teria muita estabilidade e poderia ser facilmente alterado; Não existia muito espaço interno para os componentes elétricos e não tinha sido encontrada nenhuma solução para a entrada de eletricidade no sistema.

A maior parte desses problemas eram solucionáveis, porém essa alternativa não era a mais agradável esteticamente e funcionalmente.



figura 92 – Render representando as alternativas do modelo 24. Elaboração própria.

A alternativa 24 era composta por uma base onde se localizavam todos os componentes elétricos, incluindo a fonte luminosa. A emissão do fluxo luminoso era feito angulado para a placa branca, localizada na parte rente ao tronco. A luz seria refletida por essa placa e, então, seria direcionada para a rua.

Um dos problemas desse modelo é o direcionamento do feixe inicial de luz se dava para cima. Mesmo que grande parte da luz fosse refletida, alguma quantidade vazaria em direção ao céu, a fachadas dos prédios vizinhos aos sistemas e para as folhas da árvore.

Outro problema notado é o dimensionamento vertical desse modelo. Como havia sido discutido anteriormente no tópico de “Estudos Por Problemas”, era necessário limitar a altura do sistema para facilitar a sua instalação e aumentar o número de árvores que poderiam receber o sistema. Os galhos e o próprio tronco poderiam ser um empecilho para a instalação do sistema.

4.3 Analisando Os Esboços de Encaixes

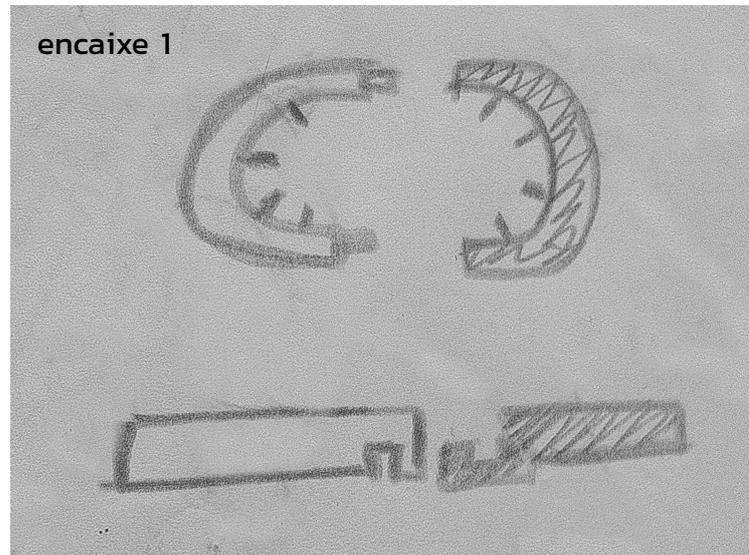


figura 93 - Esboço representando o encaixe 1. Elaboração própria.

O esboço que representa o encaixe 1 trata da solução de fixação para sistemas onde uma base fixa se fizesse necessária. Ele era composto por duas peças diferentes com diâmetro fixo. Estas se encaixavam e, através de pinos rosqueáveis, era feita a compressão contra o tronco. Dessa maneira era obtida a firmeza do encaixe.

A análise desse modelo de fixação foi importante para trazer ideias ao modelo final, com relação ao ajuste em volta da árvore. Os pinos, quando aliados a outras táticas, tal como a da cinta, poderia resultar num preciso ajuste ao tamanho do diâmetro do tronco.

O ponto negativo dessa estrutura é o seu tamanho fixo, fazendo-se necessário vários modelos com diferentes tamanhos e que compreendesse diferentes diâmetros de troncos. Isso complicaria todo o processo de instalação dos sistemas, já que seria necessário diversas peças para se obter um resultado positivo.

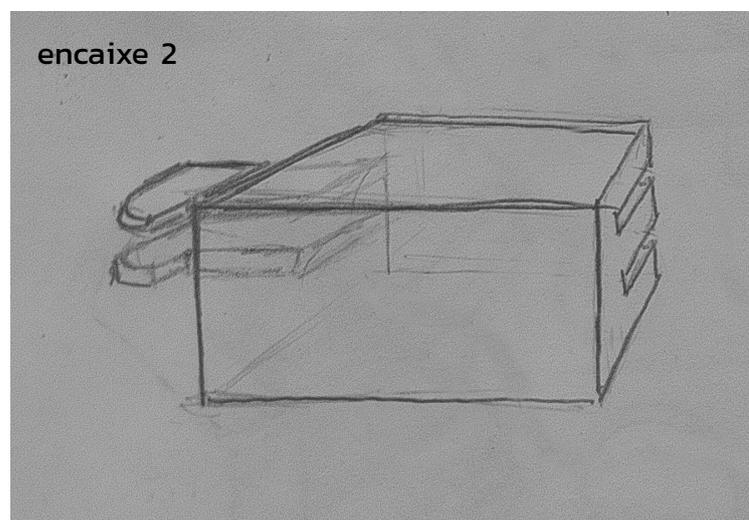


figura 94 - Esboço representando o encaixe 2. Elaboração própria.

O encaixe 2 contido no esboço anterior era uma proposição de solução para os pinos, que criariam tensão em volta das estruturas modulares dos modelos analisados nos esboços anteriores e ocorreria pelas laterais das estruturas. Esses pinos seriam dotados de um sistema que gerasse pressão entre as estruturas.

Um dos problemas observado nesse encaixe é que não haveria uma forma segura de fazer a passagem dos fios de um sistema para o outro.

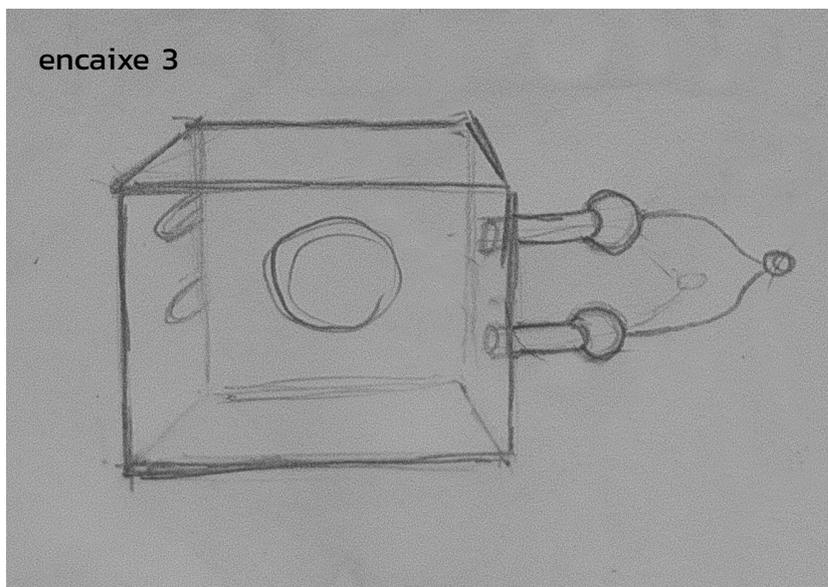


figura 95 - Esboço representando o encaixe 3. Elaboração própria.

O encaixe 3 seria dotado de pinos ocos com um sistema de molas que os fariam ser expansíveis. A parte interna desses pinos seriam os dutos de passagem dos fios de um sistema para o outro. Nesse modelo, o encaixe dos pinos é lateral e foi pensado para ser feito pela parte da frente, já que quando montados, impossibilitaria a saída desses pinos.

Um dos problemas desses sistema de encaixes é que a mesma peça deveria ter o macho e a fêmea do sistema de junção, sendo necessária a ocupação da parte interna por duas estrutura diferentes, limitando o espaço para os componentes.

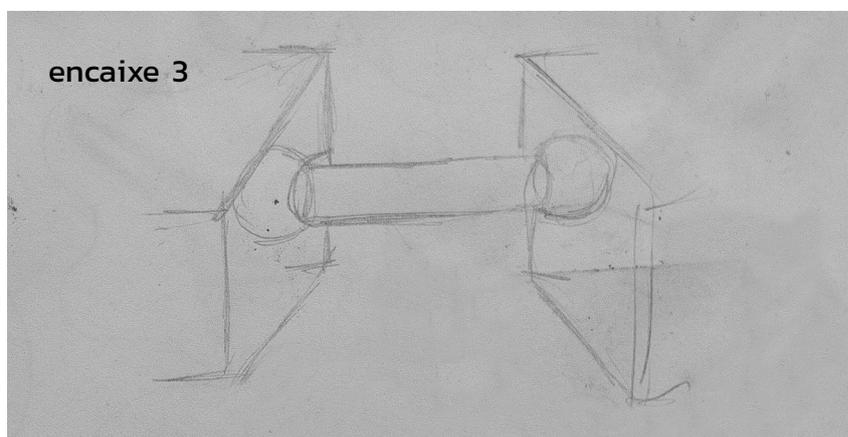


figura 96 - Esboço representando como seria realizado o encaixe 3. Elaboração própria.

4.4 Analisando o Modelo Final

Após todas as fases de pesquisa, organização e análise de dados, pesquisa de funcionalidade, processo criativo, análise do processo criativo e todas as inúmeras etapas que ocorreram no percurso, um modelo foi escolhido para ser desenvolvido e aprimorado na intenção de, enfim, se obter um produto que consiga sanar de forma satisfatória todas as problemáticas que motivaram esse projeto.

É importante ressaltar que o modelo escolhido tinha como principal objetivo solucionar questões funcionais e, em cima de sua forma, a estética foi trabalhada procurando não prejudicar o ótimo funcionamento do sistema.

Foi preciso entender também que, como existiam muitos problemas, muitas normas e alguns requisitos, toda e qualquer solução que fosse proposta, teria seus pontos fortes e pontos fracos. Aceitando esse fato, foi preciso voltar aos requisitos e, a partir deles, escolher aquele que mais satisfazia os valores do projeto.

A forma final obtida, não foi alcançada com base em apenas um único esboço, modelo ou encaixe. O resultado atingido foi uma combinação de diferentes ideias em cima de um modelo.

A simplicidade e intuitividade foram dois valores aplicados durante o processo de busca por uma solução viável. A complexidade de instalação, funcionamento e “utilização” do sistema poderiam inviabilizar o projeto. Por tais motivos, a apresentação no modelo é muito extensa.

O modelo final foi dividido em quatro grupos no que diz respeito ao sistema principal. Ainda existem os elementos de fixação e elementos de eletrificação, que serão tratados depois de se detalhar o corpo principal do projeto.

As partes foram separadas baseado na divisão estrutural e funcional que ocorreu ao longo da fase de desenvolvimento do modelo tridimensional. Cada uma possui uma ou mais funções imprescindíveis para o funcionamento adequado do projeto e o mais acurado atendimento aos requisitos estabelecidos no começo do mesmo.

4.4.1 O Modelo Final

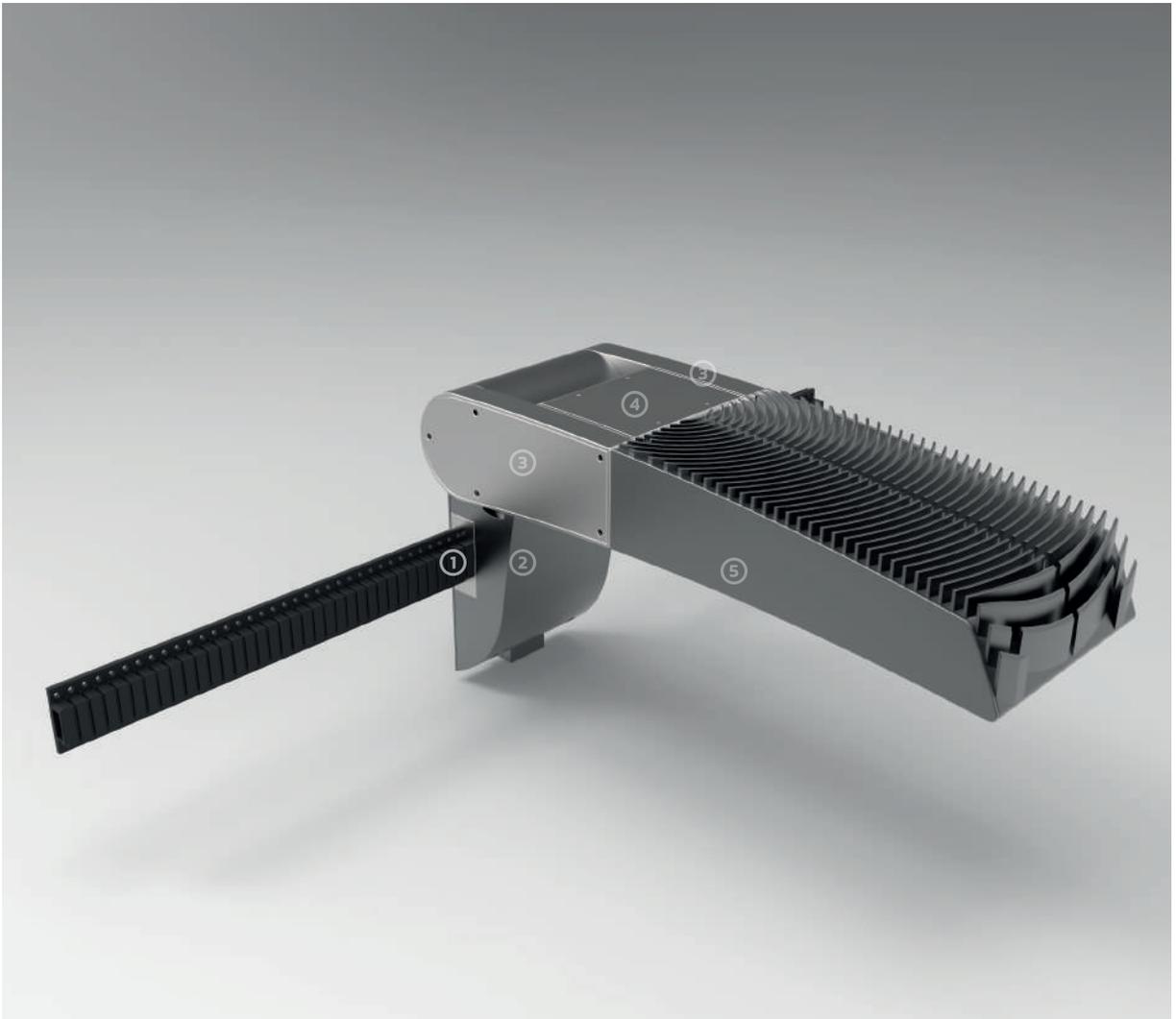


figura 97 - Imagem detalhando as partes do sistema. Elaboração própria.

- ① cinta de fixação
- ② corpo principal
- ③ braço de ligação
- ④ sistema de rotação central
- ⑤ luminária

•Corpo Principal



figura 98 – Render mostrando o corpo principal do dispositivo com a tampa. Elaboração própria.

Essa parte do sistema é assim denominada pois ela é responsável por atender a grande parte das principais necessidades do sistema. É através dessa peça que ocorre a entrada de energia no sistema, fixação primária e secundária na árvore, rotação e ajuste em um dos planos, passagem da corrente elétrica de um sistema para o outro, entre outras funções que serão detalhadas.

Essa peça é composta por uma base que recebe em sua superfície, todos os subgrupos responsáveis pela execução de tarefas específicas. Fabricada em Alumínio SAE 323 pelo processo de injeção de metal, essa parte do sistema tem que apresentar certo grau de vedação. Por apresentar em grande parte de seu perímetro borrachas de PVC que são pressionadas quando a tampa do corpo é aparafusada, o sistema de vedação sela o interior da peça da maior parte dos fatores danosos ao sistema.

Em seu interior é possível observar os sistemas de fixação e ajuste primário, os pinos do sistema e ajuste de fixação secundário, o suporte interno responsável pelo ajuste em um dos planos com orifício para a passagem do fio e a parte interna do sistema de entrada de fios no sistema. Ainda é possível observar uma trincha em quase todo o perímetro da abertura da base. Isso ocorre para que seja

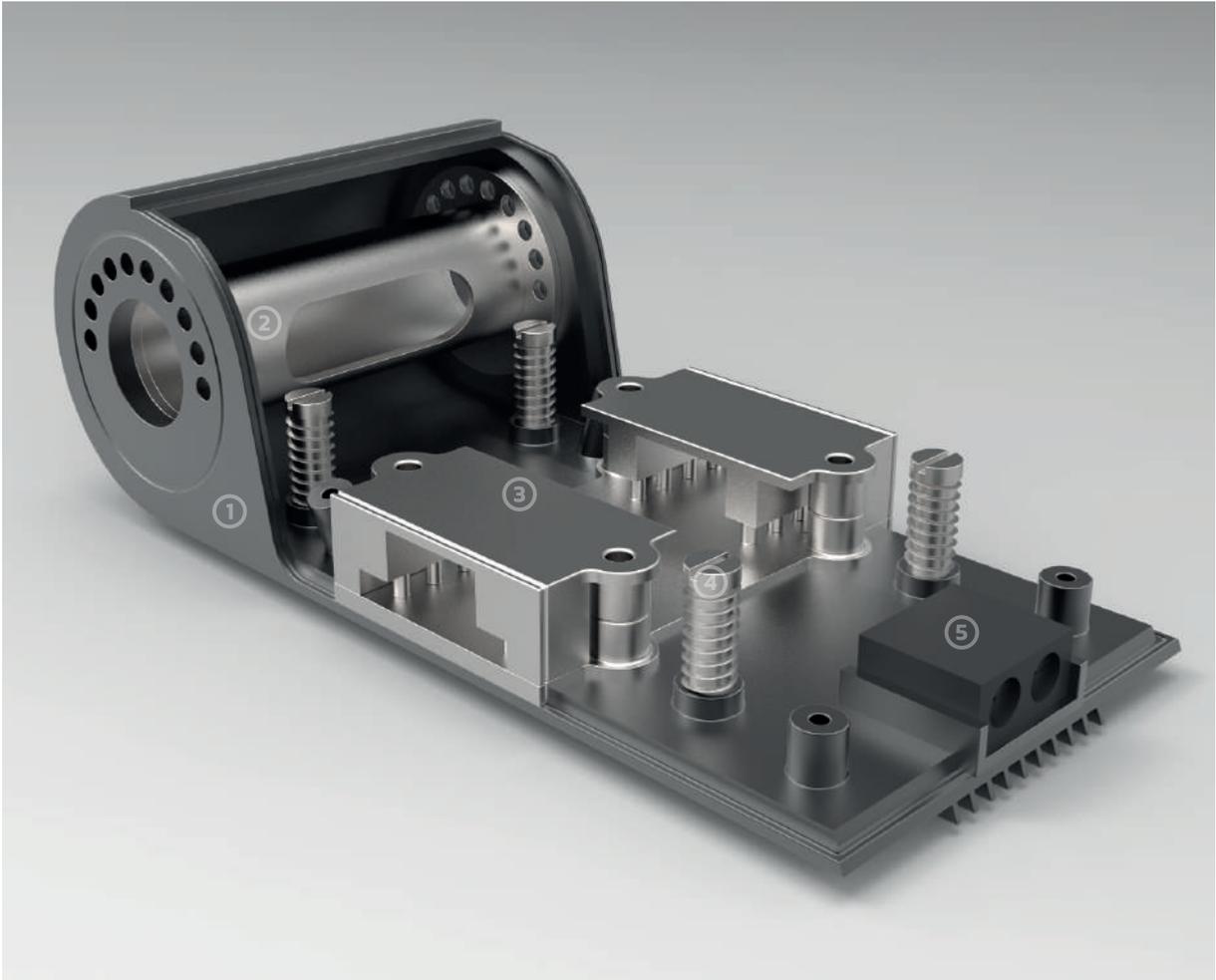


figura 99 - Render mostrando o corpo principal do dispositivo sem a tampa, detalhando os itens. Elaboração própria.

- ① base do corpo principal
- ② suporte interno da rotação
- ③ sistema de fixação primária
- ④ sistema de fixação secundária
- ⑤ entrada do fio

otimizada a fixação das borrachas de PVC responsáveis pela vedação do sistema. Essas borrachas serão encaixadas nessas fendas para impossibilitar a saída das mesmas do lugar correto, evitando problemas com água, insetos e fatores que podem danificar o sistema.

Um dos pontos que precisou ser avaliado foi a resistência mecânica do corpo as forças envolvidas na fixação do dispositivo na árvore. Os pinos rosqueáveis da fixação secundária criam quatro pontos de apoio e a cinta fica situada entre os dois apoios superiores e os dois inferiores. Nesse esquema de forças, a parte onde a fixação primária é efetuada fica sob grande *stress*, sem nenhum apoio na superfície do tronco.

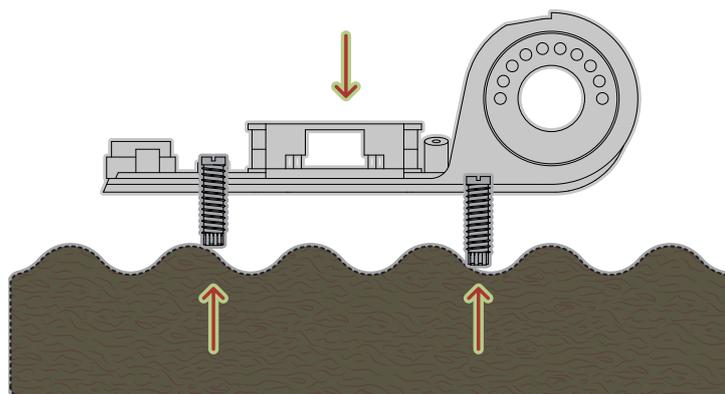


figura 100 - Esquema mostrando as ações das forças sobre o sistema. Elaboração própria.

Para evitar que o sistema cedesse a pressão aplicada pelos pinos da fixação secundária, foram feitos prolongamentos na parte traseira da peça, já que na parte interna é onde ficam situadas as estruturas e itens frágeis que precisam ficar isolados do ambiente externo. Esses veios funcionam como hastes de sustentação do corpo, aumentando a resistência mecânica do material.

Essas estruturas foram dispostas de forma vertical, criando maior resistência na orientação necessária e favorecendo o fluxo de água das chuvas e de outras substâncias. Na parte central as curvas funcionam aumentando a quantidade de material depositado exatamente na porção mais frágil da peça, que é constantemente empurrada em direção ao tronco. Isso, além de conferir mais resistência, ajuda no escoamento da água e de resíduos que se acumulariam com o tempo.



figura 101- Render mostrando os suportes na parte traseira do corpo principal. Elaboração própria.

•Fixação Primária

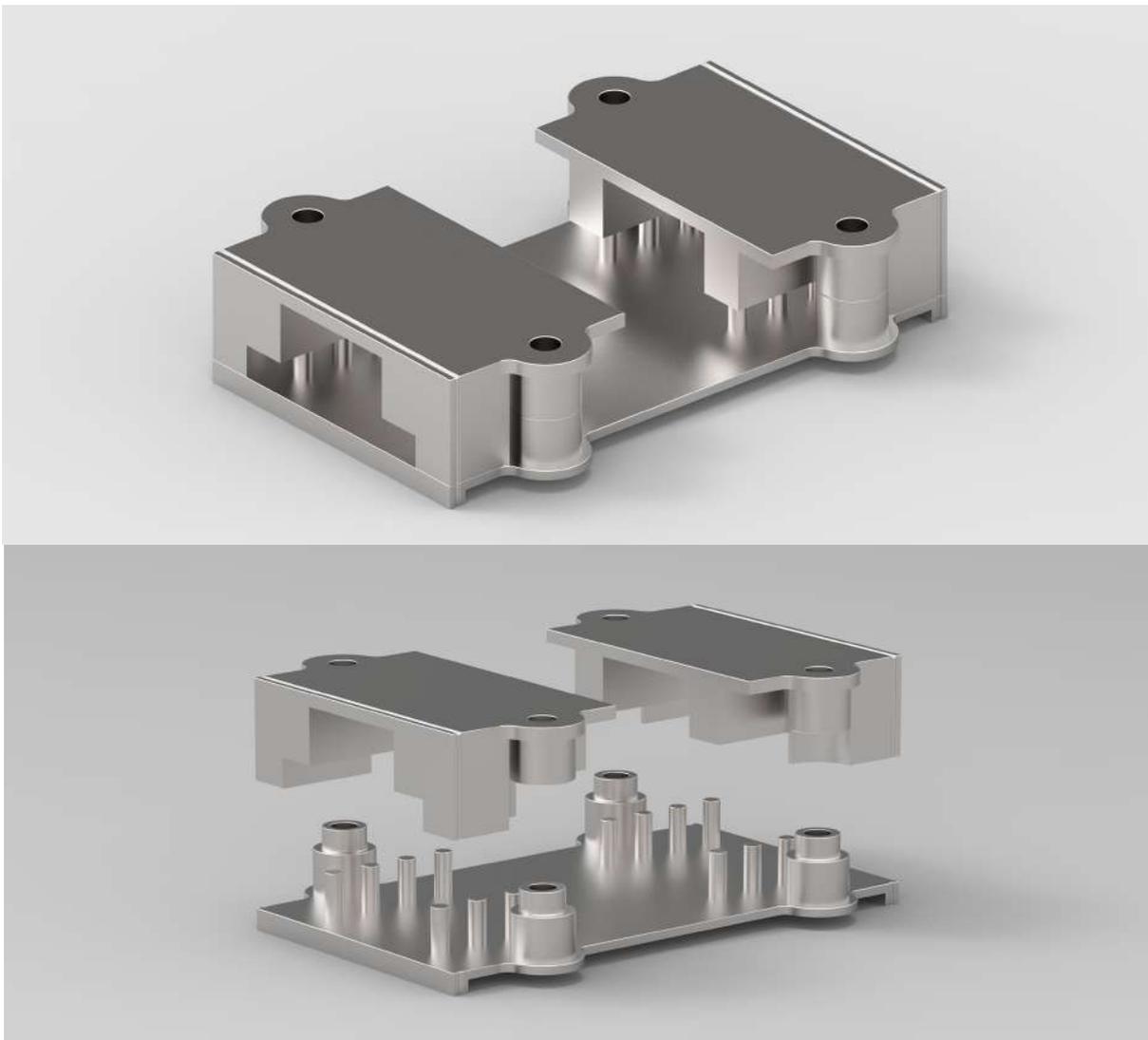


figura 102 - Render mostrando o funcionamento do sistema de fixação primária. Elaboração própria.

O sistema de fixação primário tem a função de, junto com a cinta, fazer a fixação do sistema na árvore. A peça que é fabricada em Alumínio SAE 323 pelo processo de injeção de metal. Tem que apresentar grande grau de resistência já que ela fica sob constante *stress*. Apesar de ficar muito próximo de componentes elétricos essa peça tinha que apresentar resistência para arcar com as necessidades estruturais desse item.

Composta por três partes, uma trava inferior e duas travas superiores: uma para cada lado, essa peça, assim como a base, também apresenta trinchas (região em baixo relevo na peça) que recebem borracha de PVC, responsável pela correta vedação do sistema; essas borrachas são encaixadas nas trinchas da peça.

O ajuste e fixação é feito da seguinte forma: depois de aferido o tamanho da circunferência do tronco a cinta é cortada na dimensão mais próxima, de forma a ser fixada em todos os oito pinos de cada lado e em volta do tronco da árvore. Após cortada, ela é ajustada nos dois lados da fixação primária(já soldada na base do corpo principal) e colocada a peça de Vedação da Cinta 2. Após isso, o sistema é posto no local desejado para a sua instalação e tem o outro lado da cinta regulado,

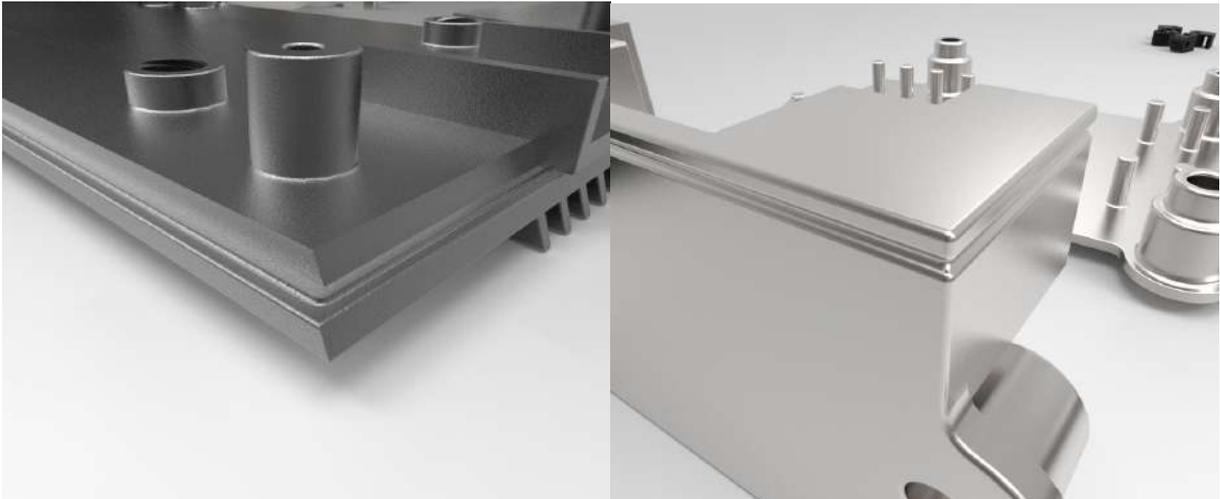
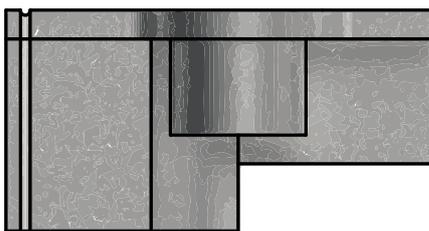
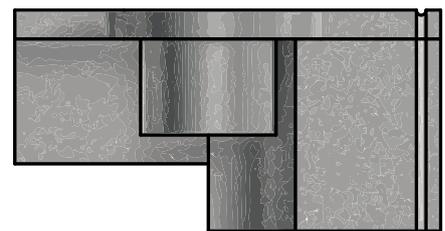


figura 103 - Trinchas em baixo relevo que irão receber as borrachas responsáveis pela vedação. Elaboração própria.

trava superior 1



trava superior 2



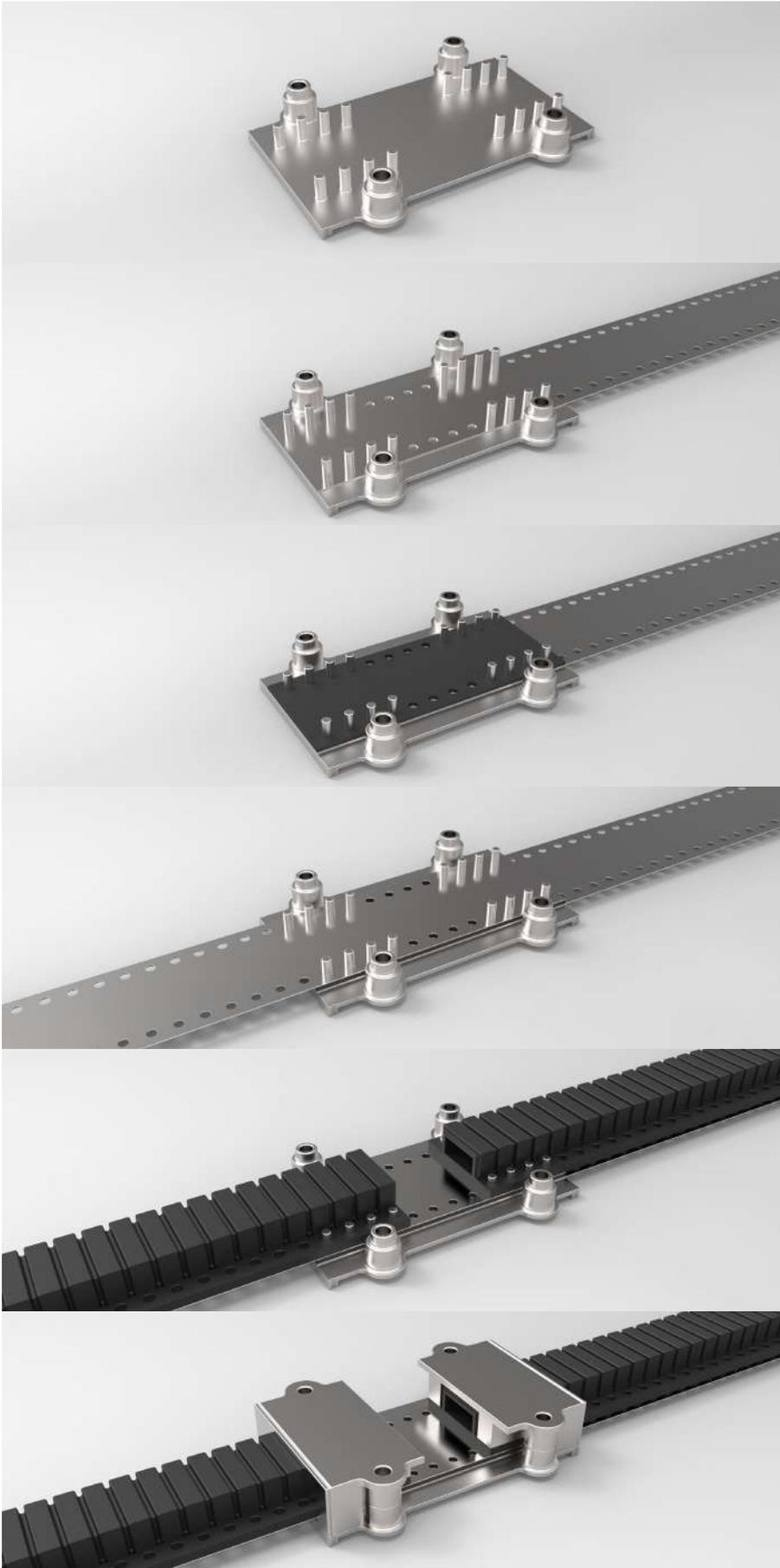
base da fixação

figura 104 - Esquema detalhando as diferentes peças do sistema de fixação primária. Elaboração própria.

encaixado e devidamente fixado com o aparafusamento das travas superiores.

O vão existente entre as duas travas superiores devem ficar livres para a passagem de fios que entram no sistema, tanto pelo acesso principal, quanto pelas cintas. Caso haja a obstrução desse espaço, os fios que comunicam os sistemas não conseguiram fazer o acesso ao corpo principal.

O isolamento dos componentes elétricos deve ser reforçado nessa região com fita isolante de alta tensão fabricada de borracha de etileno propileno (ERP) formulada para auto fusão no momento da aplicação. Essas fitas aguentam temperaturas de até 140°C(cento e quarenta graus célsius) em situações de emergência.



1º passo

ajustar o primeiro lado da cinta metálica

2º passo

colocar a peça de vedação da cinta 2

3º passo

ajustar o segundo lado da cinta metálica

4º passo

colocar o duto plástico

5º passo

fixar as travas do sistema de fixação primária

figura 105 – Esquema detalhando o processo de montagem da fixação primária. Elaboração própria.

•Fixação Secundária

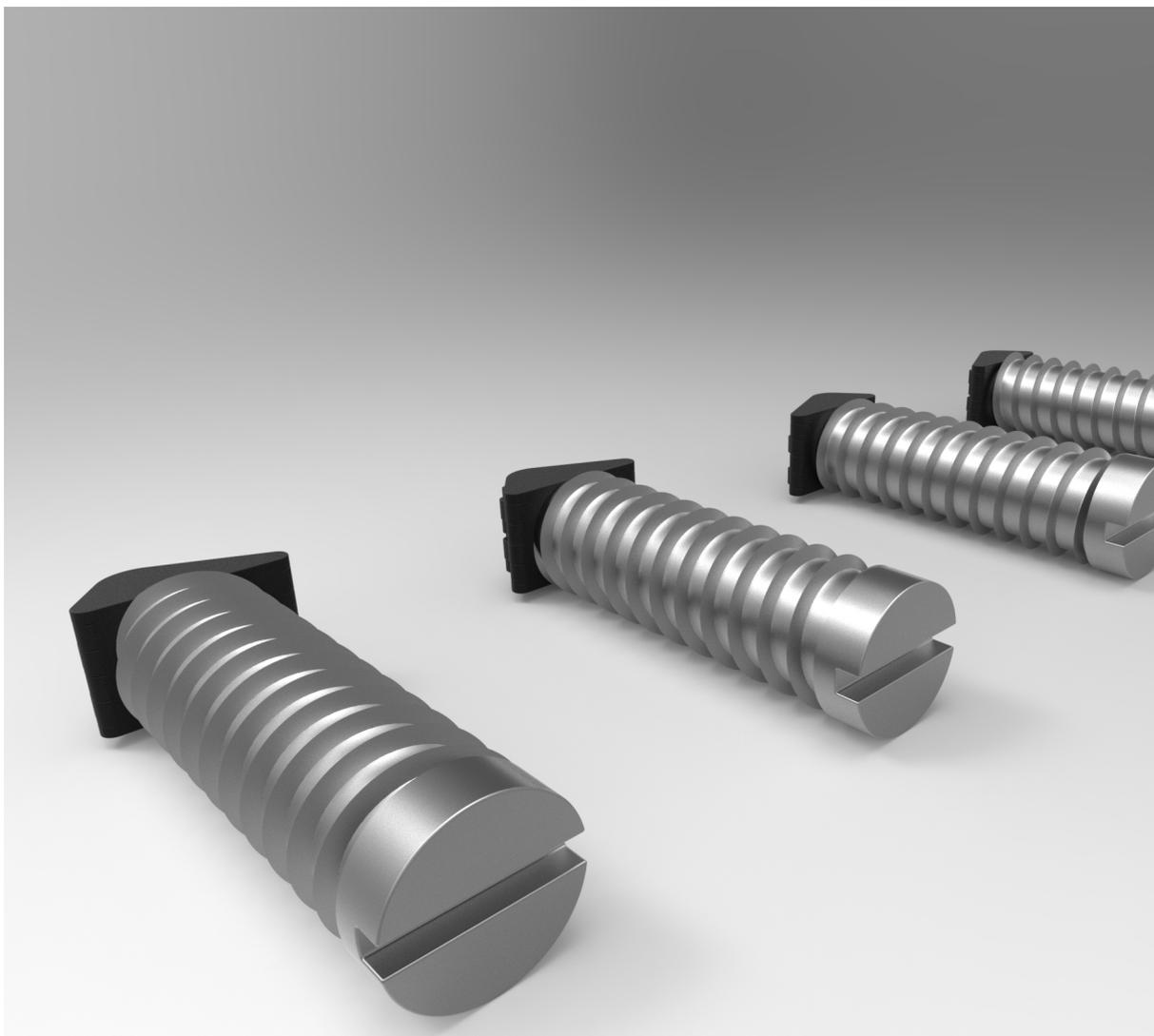


figura 106– Render mostrando os pinos rosqueáveis do sistema de fixação secundária. Elaboração própria.

A fixação secundária fica responsável por estabelecer a tensão adequada da cinta gerando a melhor aderência do sistema ao tronco. Esse pinos rosqueáveis de Alumínio SAE 323, fabricados por injeção de metal, possuem uma fenda na cabeça, podendo ser ajustados com uma simples chave de fenda.

Seu encaixe na peça ocorre pelos orifícios designados para essas peças. Depois de encaixadas, recebem a base texturizada de PVC flexível fabricada pelo processo de injeção de plásticos.

A função desse item é que, depois de fixar o sistema, essas peças criem pontos de apoio, concentrando a tensão da cinta e a pressão exercida contra o tronco sobre quatro pontos menores. Essa diminuição da área de contato e aumento da tensão, ao afastar o sistema da árvore, gera uma fixação muito mais segura, afinal a função da cinta é amarrar o sistema e a tensão é imprimida por esses pinos.

A textura da cabeça emborrachada dessas peças tem a função de aumentar a aderência entre os mesmos e o tronco. Por ser feita de material elástico e estar em contato com uma superfície irregular, essa textura acaba gerando uma maior área de contato entre esses dois corpos.

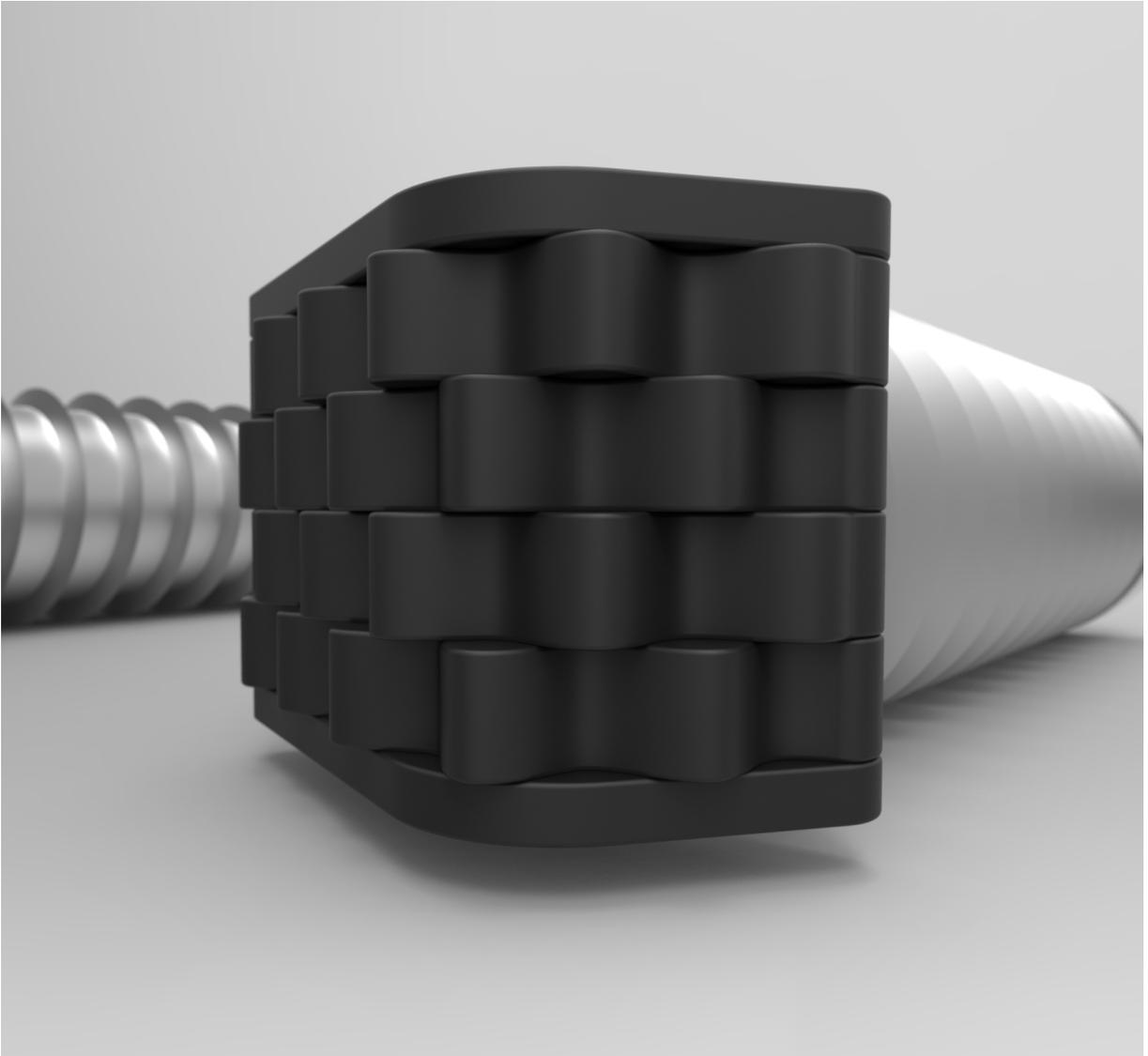


figura 107 - Render mostrando a superfície da peça que ficará em contato direto com a árvore. Elaboração própria.

Ainda é importante falar que, se tratando de uma superfície com crescimento e formação irregular, pode apresentar nós ou buracos. Esses pinos ajustáveis tem a função de criar um suporte perpendicular ao tronco da árvore facilitando o ajuste do feixe luminoso na direção correta, afinal, encaixar uma superfície plana em uma irregular seria uma tarefa um tanto quanto árdua.

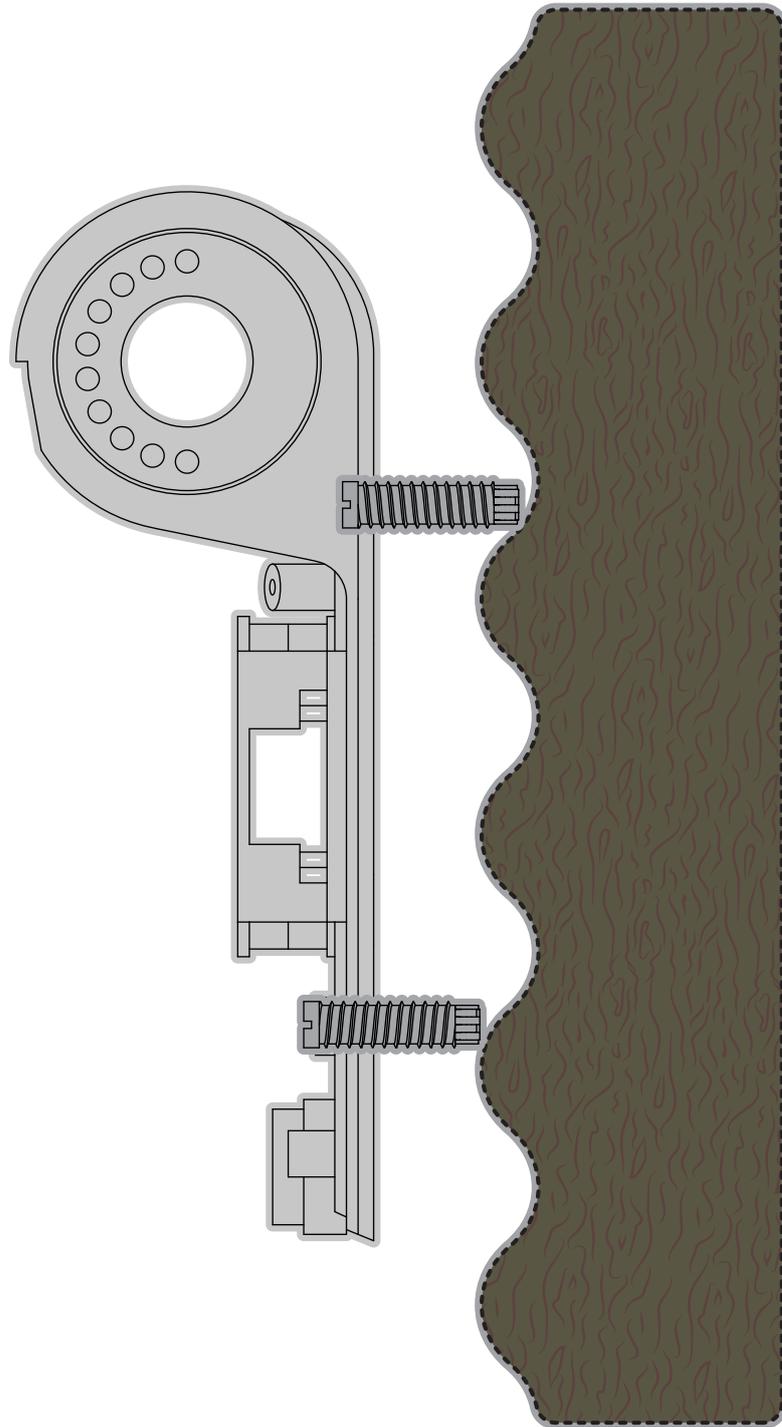


figura 108 - Esquema demonstrando a vantagem de localizar o sistema de apoio em uma superfície irregular. Elaboração própria.

•Suporte Interno da Rotação

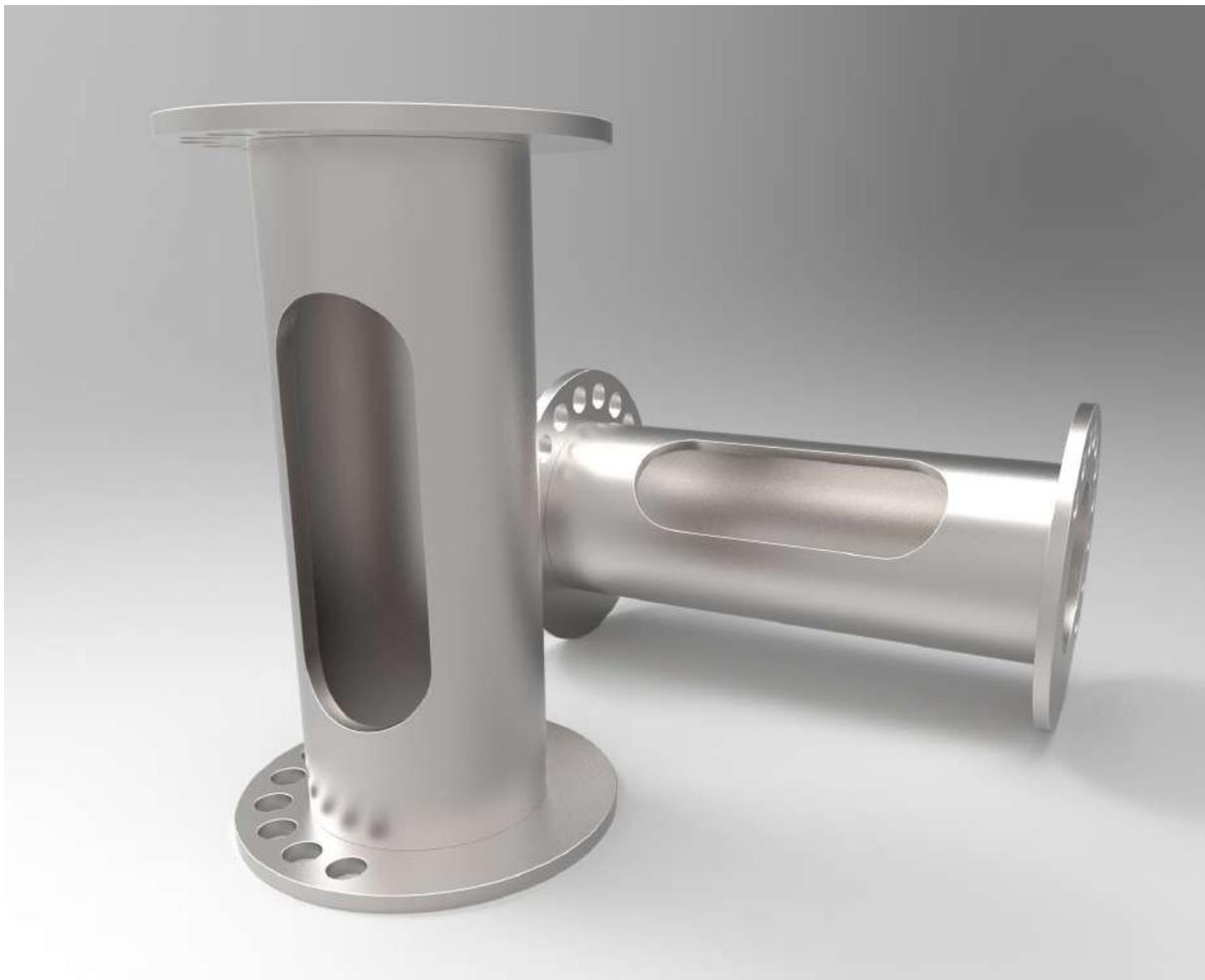


figura 109 - Render mostrando a peça que funciona como suporte para o ajuste dos braços de ligação. Elaboração própria.

O suporte interno é a peça que fica por dentro do corpo principal e tem a função de conferir resistência mecânica no encaixe entre o corpo principal e os braços, além de conduzir os fios. Essa peça é fabricada em Alumínio SAE 323 pelo processo de Injeção de Metais.

Para que fosse possível uma ampla regulagem do sistema e presumindo que certas angulações seriam improváveis, foram estabelecidos dez furos nos 180°(cento e oitenta graus) das porções anteriores da peça. O furo central fica nas porções inferiores, voltado para a entrada principal dos fios e para o sistema de fixação primário, prevendo o melhor caminho para a fiação. Ela ainda funciona como base de reforço para os parafusos a serem fixados na parte interna do braço e na parte externa do corpo e o seu tubo funciona como encaixe do braço.

Essa peça irá ser soldada na peça base do corpo principal durante o processo de fabricação, assim garantindo sua adequada fixação, localização e posição dentro do sistema, impedindo futuros erros.

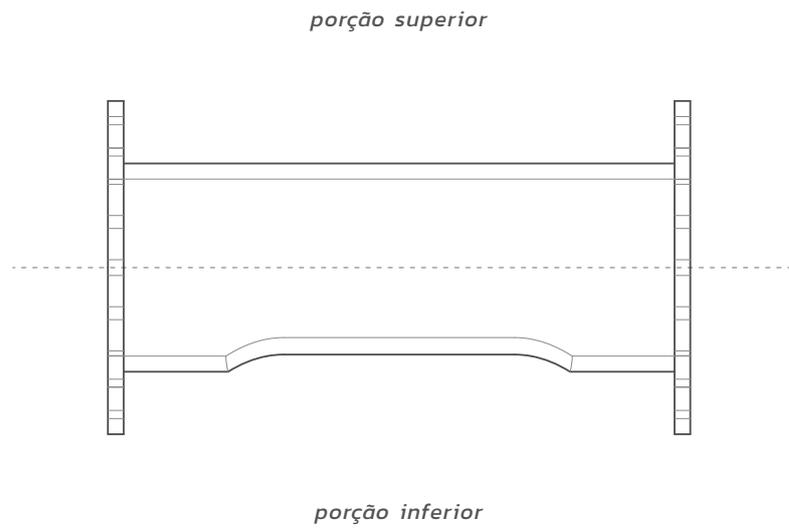


figura 110 - Detalhamento da localização do furo para a passagem dos fios. Elaboração própria.

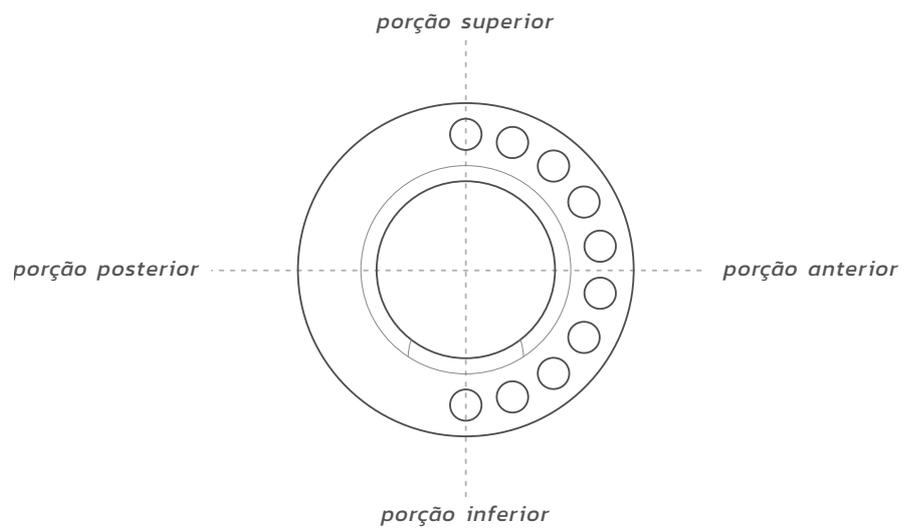


figura 111 - Detalhamento mostrando a localização dos furos, vista lateral esquerda. Elaboração própria.

•Entrada Principal do Fio

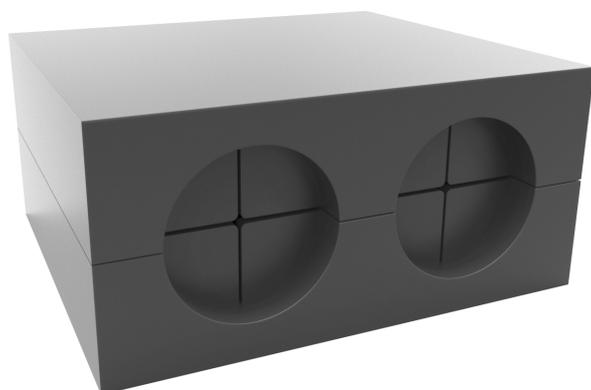


figura 112 – Render mostrando o sistema passa fios e como ele funciona. Elaboração própria.

Essa peça é responsável por controlar a entrada dos fios que vem da rua para o sistema. Fabricada em PVC pelo processo de injeção de plásticos, essa peça tem que ser capaz de conferir o mínimo de isolamento entre o ambiente e a parte interna do sistema. Por ser localizada na parte inferior e em direção ao chão, esse acesso não estará exposto como outros furos na peça. A peça é formada por dois blocos separados com furos de onze milímetros, permitindo a entrada de fios com diâmetro de até 10(dez) milímetros.

A parte interna dos furos possuem abas maleáveis que, quando pressionadas contra o fio, se deformam e abrem espaço para a passagem do componente elétrico sem deixar o restante do furo desprotegido.

Durante o processo de projeto dessa passagem, percebeu-se que somente um bloqueio formado pelas quatro abas (duas na parte superior e duas na parte inferior), de cada lado, poderia ser ineficiente. Por isso, o número de abas foi aumentado, conferindo não só um melhor isolamento como também aumentando a aderência da peça com o fio e ampliando a resistência da junção entre o componente e o sistema.

Essa peça ainda deve levar em consideração a necessidade de afastar e selar o sistema contra insetos e répteis.

Esse item fica subdividido em dois componentes diferentes, metade inferior fica alocada na base do corpo principal e a metade superior fica alocada na tampa do corpo principal. O ajuste de pressão é feito pelo sistema de fixação entre a tampa e a base do corpo.

•Tampa do Corpo Principal

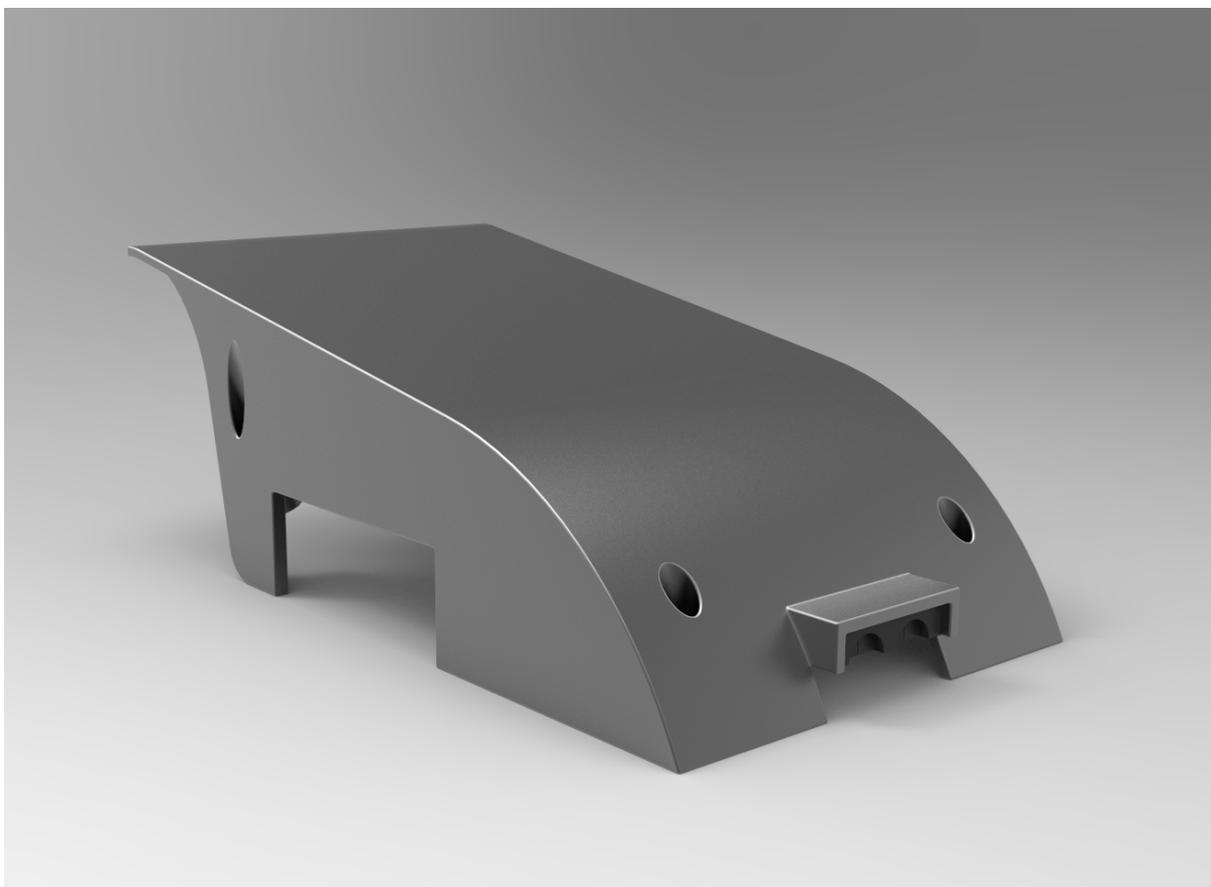


figura 113 - Render mostrando a parte externa da tampa do corpo principal. Elaboração própria.

Essa peça, assim como a base do corpo principal, é fabricada em Alumínio SAE 323 pelo processo de injeção de metal. Essa parte do corpo principal tinha que ser capaz de conferir a correta vedação do sistema depois de ter todos os componentes, instalados e fixados no local correto.

Como sistema só sera selado após ser instalado no tronco da árvore, era de suma importância que a sua fixação ocorresse da forma mais simples possível sem prejudicar o isolamento da parte interna do sistema. Para isso foram pensados quatro furos, o mais próximo de cada borda, distribuindo assim a tensão exercida por cada um deles e gerando uma pressão mais homogênea sobre a borracha da vedação e o silicone da passagem dos fios.

Essa parte ainda tem que ser capaz de conferir resistência mecânica. Por ser a parte mais exposta do corpo principal ao ambiente externo, este item tem que ser capaz de se manter íntegro, assim preservando as partes que asseguram a correta fixação e ajuste do sistema como um todo. A tampa ainda tem a função de isolar os componentes elétricos que vem do ambiente externo e entram no sistema, fornecendo energia para o seu funcionamento.

Os recortes retangulares presentes nas laterais são os pontos de acesso da cinta e se sobrepõe as travas superiores do sistema de fixação primária. Essas travas também possuem borrachas de vedação, então todo o perímetro deve ser capaz de se ajustar de forma correta.

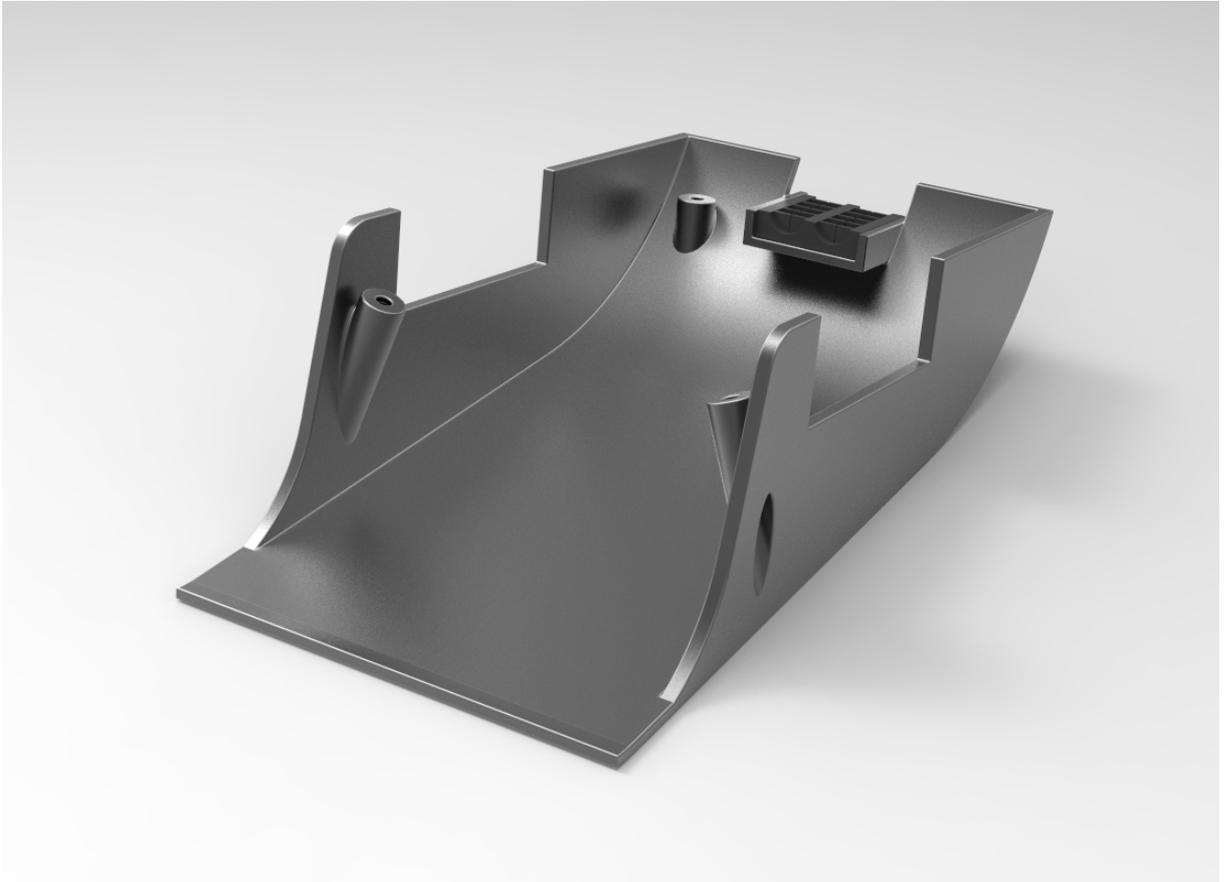


figura 114 - Render mostrando a parte interna da tampa do corpo e parte superior do passa fios. Elaboração própria.

•Braço de Ligação



figura 115 - Render mostrando a parte da frente do braço de ligação em cima e a parte traseira do mesmo embaixo. Elaboração própria.

O braço de ligação é a parte do sistema responsável por fazer a ligação entre o corpo principal e o sistema de rotação central e a luminária. É através dessa estrutura que ocorre a passagem dos fios que vem do meio externo ou de outro sistema.

Essa peça é fabricada Alumínio SAE 323 pelo processo de injeção de metal. Assim como outros itens do sistema, mesmo com a considerável proximidade entre essa peça e os componentes elétricos do sistema, esse elemento está sob constante *stress*, já que é ele o responsável por sustentar o sistema de rotação central, a luminária e todos os componentes elétricos.

Esse elemento, assim como o suporte interno da rotação, é dotado de 10(dez) furos nos 180°(cento e oitenta graus) nas porções anteriores do sistema de rotação acoplado ao corpo principal.

Em seu interior é possível observar as furações responsáveis pelo ajuste da rotação entre o corpo principal e o braço, os furos responsáveis pela fixação do sistema de rotação central, os furos para a fixação da tampa, as trinchas para a correta fixação das borrachas e os grampos passa fio.



figura 116 – Render mostrando o interior do braço de ligação e os componentes presentes. Elaboração própria.

Os grampos passa fio são estruturas pequenas que tem como função principal guiar os fios que vem do corpo principal até o furo de acesso ao sistema de rotação central. Esses grampos possuem uma fresta em sua parte superior, entre as duas hastes. Fabricados em PVC com aditivos para lhe conferir flexibilidade e resistência, pelos processo de injeção de plásticos. Ao posicionar o fio na entrada da fresta entre as duas hastes e pressioná-lo contra a entrada, essa abertura cede criando espaço para a passagem do mesmo para o interior do grampo.

Essa estrutura pode ser utilizada somente para guiar o fio ou para enrolar o excesso do mesmo em seu entorno, impedindo assim que tensões acidentais desloquem o fio, eliminando a necessidade de retirada do excesso desse componente elétrico e impedindo que o mesmo fique solto na parte interna do braço de ligação.



figura 117 - Esquema mostrando o funcionamento dos grampos passa fio. Elaboração própria.

•Sistema de Rotação Central

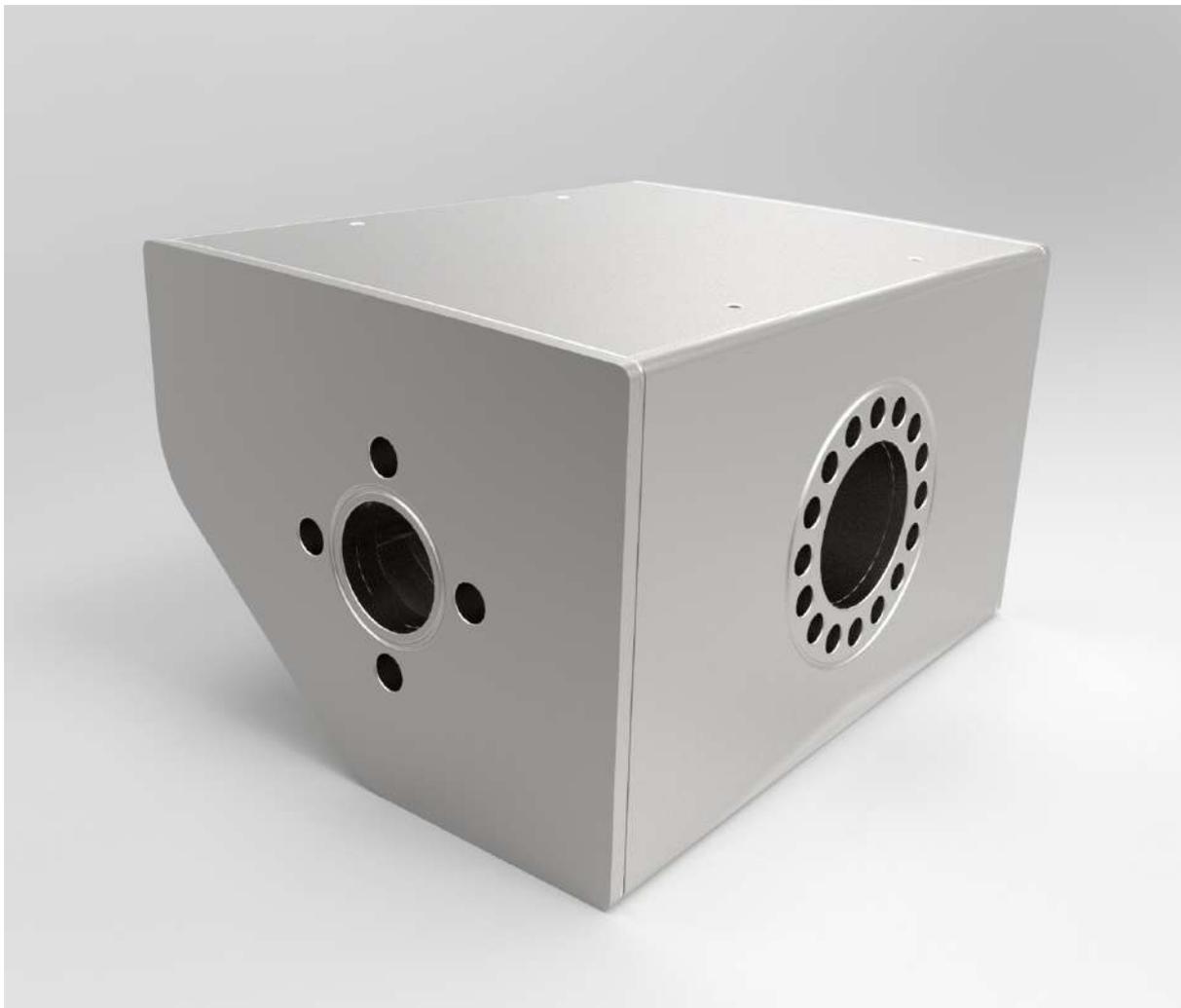


figura 118 - Render mostrando o sistema de rotação central e os furos laterais e frontais. Elaboração própria.

Esse sistema é assim denominado não por ser o mais importante mas, sim, por ser o que fica no centro da peça, sendo responsável pela rotação em dois eixos da luminária inteira. Essa peça é a única sustentação da luminária que, também, abriga todos os componentes elétricos essenciais para o funcionamento do sistema. Esse item tem que ser capaz de resistir a eventuais pancadas (queda de pequenos galhos, frutas, objetos estranhos ou animais) e manter o ajuste do fluxo luminoso.

Essa parte também funciona como passagem dos fios entre os braços de ligação e a luminária que abriga os componentes. Por isso, seu espaço interno foi pensado buscando facilitar o manuseio e a passagem de cabos pelo seu interior.

Essa peça ainda conta com 16 furos que compreende 360° na parte frontal da peça. Essas furações são as responsáveis pela fixação da luminária no sistema de rotação central e existem não para serem utilizados todos de uma vez mas, sim, para possibilitar o ajuste do fluxo luminoso no momento da instalação e para que seja possível fazer uma correta fixação entre os mesmos.



figura 119 - Render mostrando a parte interna do sistema de rotação central. Elaboração própria.

A fixação e a passagem dos fios do braço de ligação ocorrem por 5 furos em cada lateral, 4 para a passagem do parafuso e um (maior) para a passagem dos componentes elétricos. Em volta do furo maior existe uma trincha que irá receber uma borracha de vedação, assim como a trincha na parte superior do corpo do sistema central de rotação, abaixo da tampa.

Os quatro furos respectivos aos parafusos permitem a regulagem dessa peça em três angulações diferentes no segundo eixo. Essas possibilidades aumentam consideravelmente a versatilidade do dispositivo, ainda mais levando em consideração a constante interação dessa peça com um suporte irregular, como a árvore.

Por ser um componente que fica sob ação de forças constantes, foi necessário formular uma estrutura que aumentasse a resistência mecânica no eixo mais exigido da peça. Pensando nisso, foram dispostos reforços paralelos durante o projeto da peça. Esses reforços tem a função de aumentar a resistência do sistema de rotação central contra a força exercida pela luminária e os componentes em seu interior.

O espaço no interior dessa peça serve para facilitar o manuseio dos fios que passam de uma peça a outra. Além disso, excessos de fios podem ser enrolados e mantidos no seu interior.

Essa peça, por ficar exposta ao clima e ao intemperismo, além de apresentar uma geometria complexa, é fabricada com Alumínio SAE 323 pelo processo de injeção de metais.

•Luminária

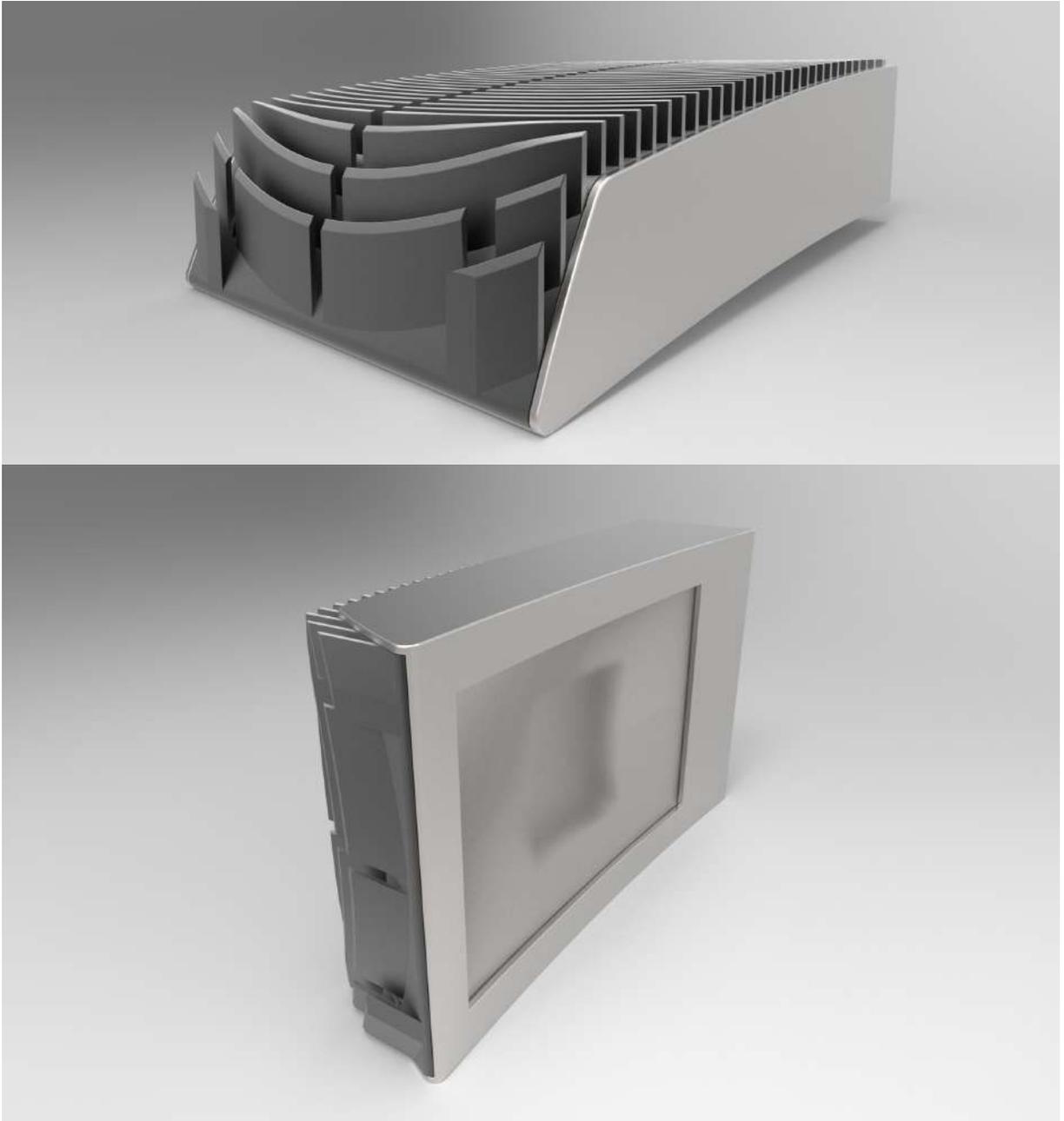


figura 120 – Render mostrando a parte de cima da luminária na primeira imagem, e o painel de proteção e a saída de luz na imagem embaixo. Elaboração própria.

Essa parte do dispositivo é onde se encontra a fonte luminosa, os componentes elétricos necessários para o funcionamento da tecnologia escolhida e os itens que possibilitam o correto funcionamento dessa parte.

O material escolhido para a fabricação da maior parte dos itens dessa peça deveria ser capazes de dissipar o calor de forma rápida, ser resistente a altas temperaturas e eventuais pancadas, O material ainda deveria apresentar certa dificuldade de condução elétrica afim de evitar acidentes.

Um dos requisitos na hora de se projetar essa parte do sistema era a possibilidade de ocorrer manuseio e manutenção no interior dessa parte, sem a necessidade de desmontar o sistema. Para que isso fosse possível, era de extrema importância que a parte fixada no sistema de rotação central fosse também a parte responsável pela sustentação dos outros itens.

O ajuste do feixe luminoso emitido pela fonte luminosa instalada na luminária ficou minimamente sob responsabilidade desta peça. A única regulagem que esse item possui é também a sua sustentação.

O formato final deste item é muito mais uma alternativa funcional do que uma escolha estética.

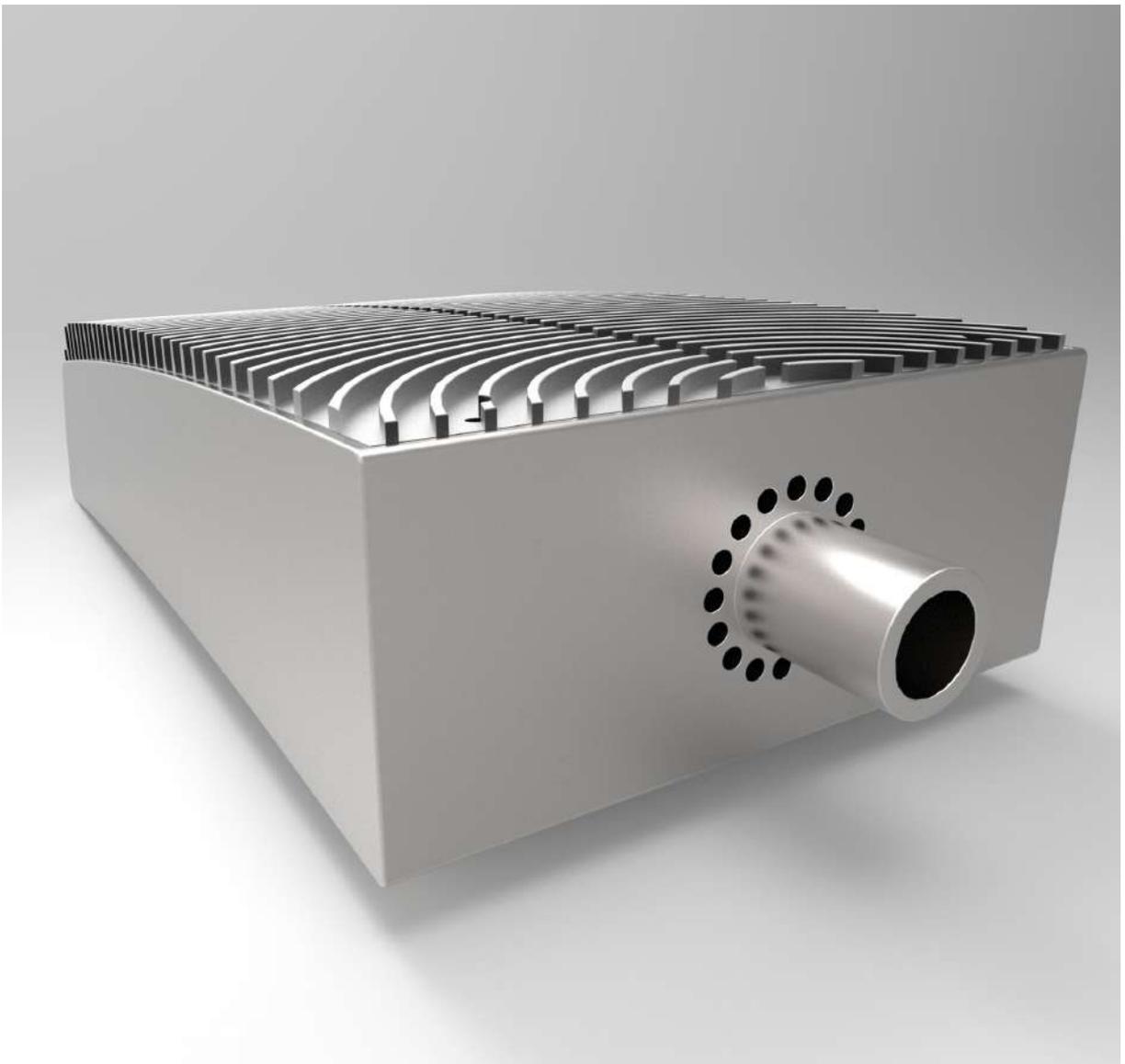


figura 121 - Render mostrando a parte traseira da luminária. Elaboração própria.

•Corpo da Luminária

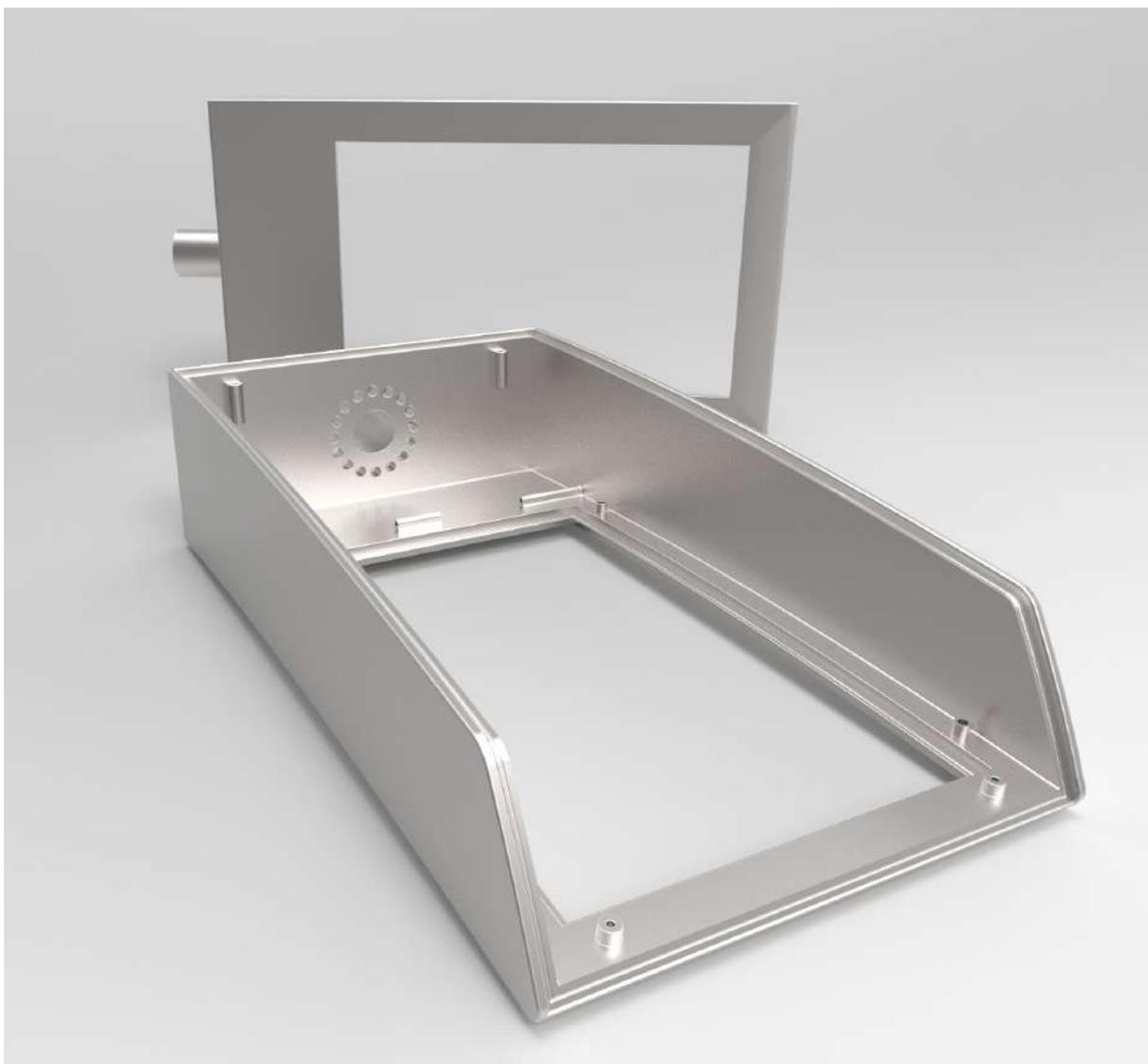


figura 122 - Render mostrando o corpo da luminária. Elaboração própria.

O corpo da luminária é a estrutura responsável por suportar todos os componentes necessários para o funcionamento da fonte luminosa. Essa peça também é a responsável por fazer o ajuste do feixe luminoso em um dos eixos, em conjunto com o sistema de rotação central.

Nesse item é possível observar diferentes furações e desníveis, todos responsáveis pelo correto funcionamento da peça em conjunto com os outros artefatos que podem ser observados no interior da luminária quando montada.

As quatro furações nas extremidades são as responsáveis pela fixação da tampa e pela pressão exercida sobre a borracha de vedação. É possível observar que foi buscado uma dispersão desses pontos de tensão na tentativa de homogenizar a força aplicada em todo o comprimento da borracha e perímetro dessa peça. Uma vez que no interior dessa peça estão alocados todos os componentes elétricos que

possibilitam o correto funcionamento do sistema e da fonte luminosa, qualquer problema com a vedação poderia ser extremamente danoso ao conjunto.



figura 123 - Render mostrando a furação para a fixação da tampa. Elaboração própria.

Na parte interna da peça é possível observar um grande furo retangular. Essa furação é a responsável por controlar a posição tanto do painel de proteção de policarbonato quanto o refletor responsável por ajustar e controlar a intensidade do feixe de luz emitido pela fonte luminosa.

As quatro estruturas observadas próximas a cada extremidade dessa furação são os itens responsáveis pela fixação adequada de pinos que impedem que a cúpula e o refletor saiam do lugar em caso de movimentação brusca do sistema. Na parte traseira dessas estruturas é possível observar uma pequena aba que funciona como trava, impedindo que vibrações contantes ou pancadas fortes movimentem esses itens em qualquer direção não desejada.

Como qualquer abertura pode ser uma potencial porta de entrada para fatores danosos ao sistema, no interior da furação retangular ainda é possível uma trincha, a qual também recebe uma borracha de vedação. O selamento correto do sistema ocorre com o ajuste e fixação dos pinos que travam a cúpula e o refletor.



figura 124 – Render mostrando a furação do fixador do refletor e do painel. Elaboração própria.

Na parte de trás da peça, é possível observar uma estrutura tubular que tem a função de se estender até a parte interna do sistema de rotação central auxiliando no suporte da luminária, possibilitando uma passagem mais segura dos fios e dificultando a entrada de elementos maléficos ao sistema. A borracha de vedação fica aglutinada ao sistema de rotação central, em volta da passagem dos fios e das furações para os parafusos para que nenhum desses furos sejam facilmente violáveis.



figura 125 – Render mostrando o tubo responsável por fazer a ligação e a sustentação da luminária no sistema de rotação central. Elaboração própria.

Na parte traseira da peça, entre os furos responsáveis pela fixação da luminária no sistema de rotação central e regulagem do feixe luminoso, e a furação retangular responsável por condicionar a localização da cúpula e do refletor, é possível observar abas que se estendem da peça com furações horizontais. Essas abas funcionarão como alicerce para o suporte do LED e dos "drivers".



figura 126 - Render mostrando a parte onde o suporte do led e do drive se fixa. Elaboração própria.

Essa peça é fabricada com a liga de Alumínio SAE 323 pelo processo de injeção de metais.

•Painel de Proteção

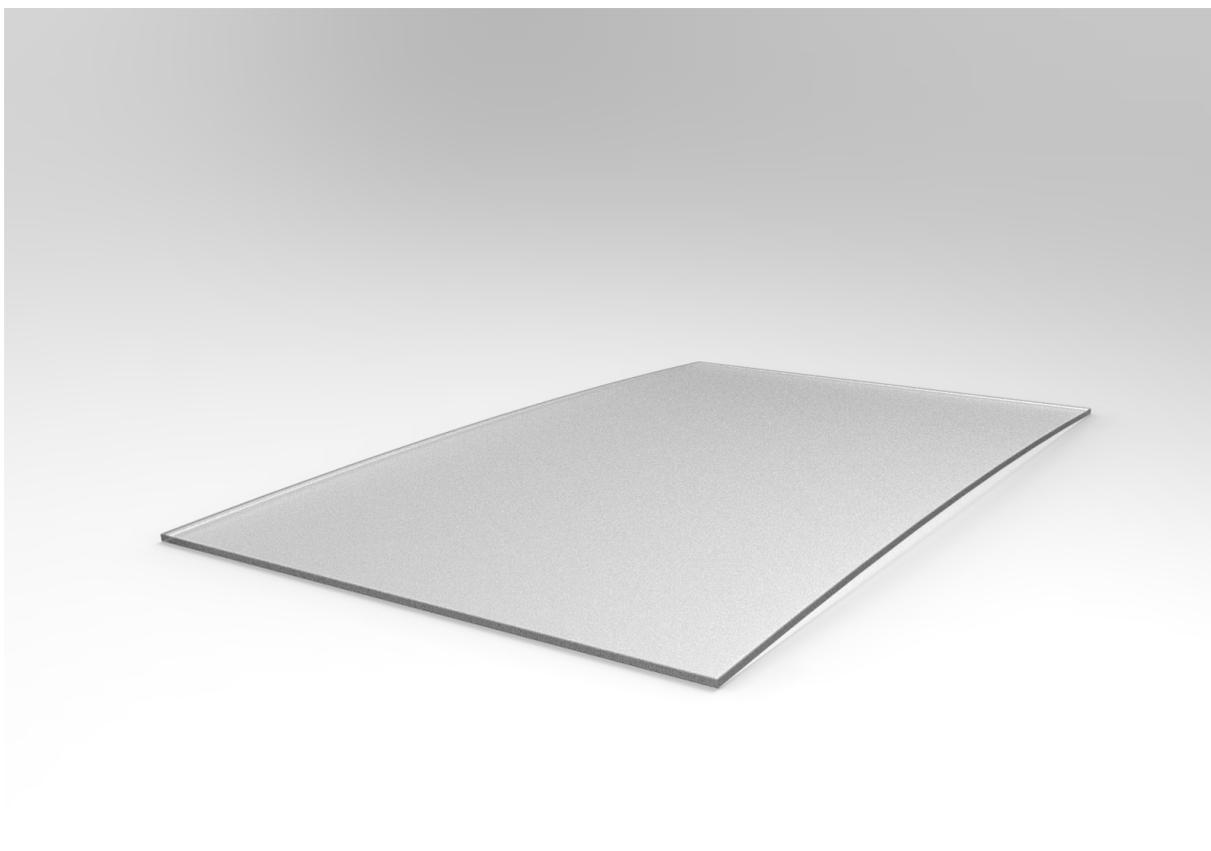


figura 127 – Render mostrando o painel de proteção. Elaboração própria.

Essa peça tem a função de conferir proteção do sistema e da fonte luminosa sem atrapalhar na correta difusão da luz. Para tanto, era necessário encontrar algum material que pudesse ser conformado em diferentes formatos e que fosse extremamente resistente e translúcido ao mesmo tempo. Por mais que a intenção do projeto, a todo momento, seja torná-lo economicamente viável, em algumas situações, materiais mais caros garantem uma sobrevida ao sistema que, quando analisado a longo prazo, pode se mostrar mais vantajoso.

O policarbonato é um material que confere uma resistência 200 vezes maior a impactos do que o vidro temperado. Ele ainda é pouco inflamável, uma característica um tanto quanto interessante em caso de acidentes.

Essa peça precisa resistir a eventuais pancadas e dificultar atos de vandalismo, enquanto proporciona translúcidos para a passagem eficiente da luz emitida pela fonte luminosa instalada no sistema.

As bordas dessa peça ficarão apoiadas no desnível retangular no interior do corpo da luminária e, logo abaixo delas, entre a cúpula e o corpo da luminária, é onde estará situada a borracha de vedação; então a aderência correta entre essas duas estruturas é de extrema importância para não deixar violações e ponto vulneráveis na estrutura.

•Refletor da Luminária

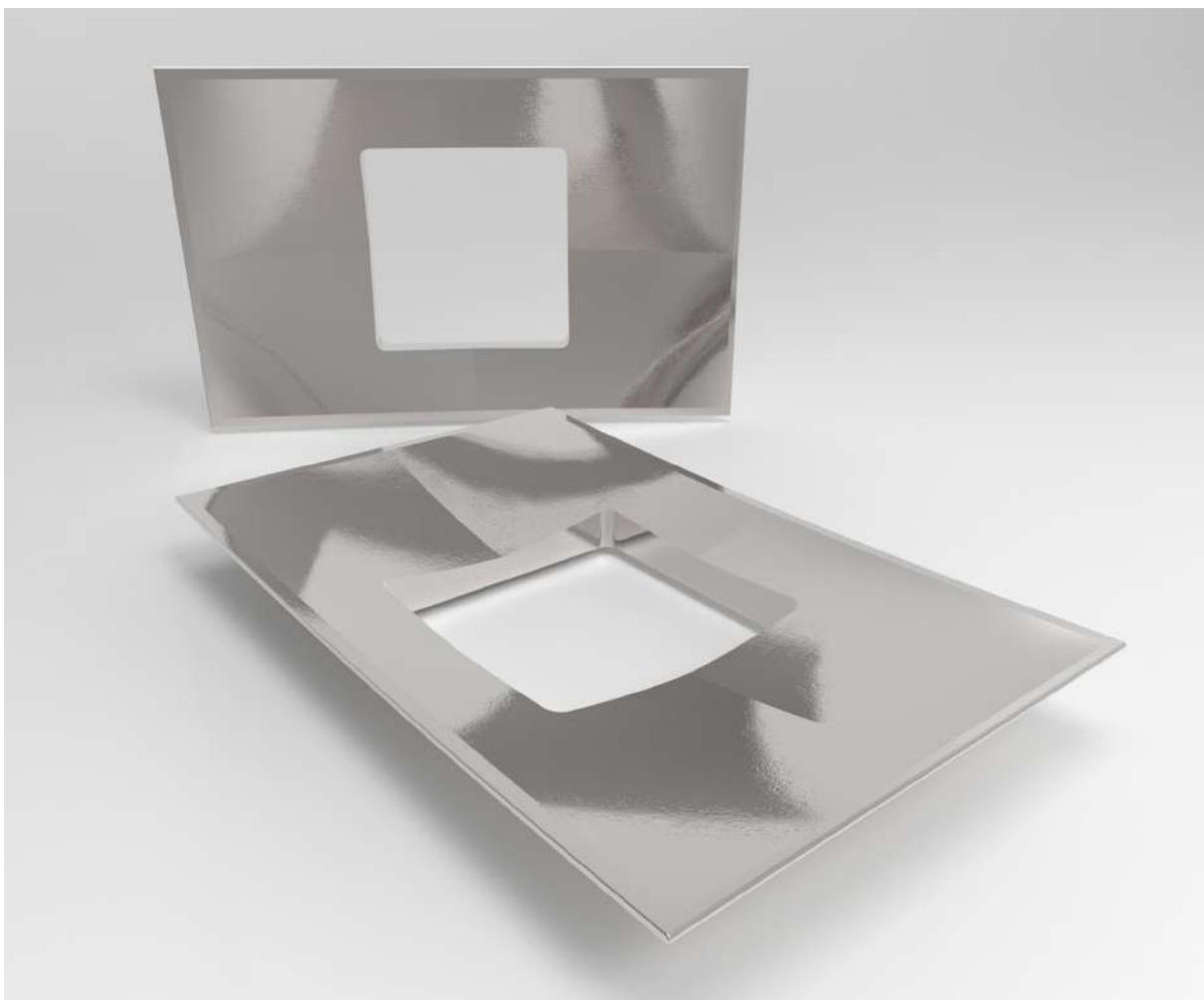


figura 128 - Render mostrando o refletor. Elaboração própria.

O refletor da luminária é a peça que tem a função de ajustar o fluxo luminoso emitido pela luminária, evitando gastos energéticos e perdas de potência desnecessária. Esse item precisa ser capaz de refletir a luz e resistir a temperaturas de até 140°C em situações de emergência, devido a sua proximidade com a fonte luminosa.

Essa peça fica protegida por toda a estrutura da luminária. Então, a resistência desse material precisa ser mediana, para que em eventuais acidentes durante o processo de instalação e transporte, esse item não seja inutilizado.

O furo quadrado no meio da peça é onde ficará situado o LED COB(*chip on board*) e o seu tamanho compreende diferentes tamanhos de LEDs com diferentes potências.

A sua fixação ao corpo ocorre junto a cúpula, no desnível retangular no centro do corpo da luminária. Através desse desnível é feita a imobilização das peças e junto com as travas, a fixação é finalizada de forma eficiente.

Essa peça não fica em contato direto com o LED, por isso ela não é utilizada como estrutura dissipadora de calor.

•Suporte do LED da Luminária



figura 129 - Render mostrando a parte de cima e de baixo do suporte do LED. Elaboração própria.

O suporte do LED é a peça que faz a estruturação da fonte luminosa e a otimização do espaço interno da luminária. Ela ainda é responsável por dissipar o calor produzido pelo LED e pelos “drivers”,

Fabricado em Alumínio SAE 323 Injetado, essa peça precisa apresentar resistência ao calor, capacidade de dissipação da energia térmica, resistência mecânica a eventuais pancadas e se manter no lugar, mesmo em eventuais acidentes.

Para a correta fixação dos LED existem quatro furações na parte frontal da peça, e nesse espaço ainda deve ser passada a pasta térmica, para ajudar a fonte luminosa a fazer a troca de energia térmica com essa estrutura. As dimensões dos furos e as distâncias existente entre eles foram feitas baseado no modelo de LED

do fornecedor escolhido como base para o projeto. Esses furos permitem a fixação de diferentes tamanhos de LEDs e estruturas suportes referentes a cada um. Essa versatilidade na instalação de diferentes LEDs permite que fique a critério do gerente de projetos qual a potência necessária de acordo com cada localização.

Logo acima das furações destinadas a instalação do LED está localizada a estrutura dissipadora de calor. Por motivos de acomodação interna, essa estrutura precisava estar acoplada ao suporte, até para aumentar a eficiência da mesma. Para que o formato da estrutura não atrapalhasse na correta fixação da fonte luminosa, foi pensado então em atribuir a forma desse item espaços que permitissem o furo adequado.

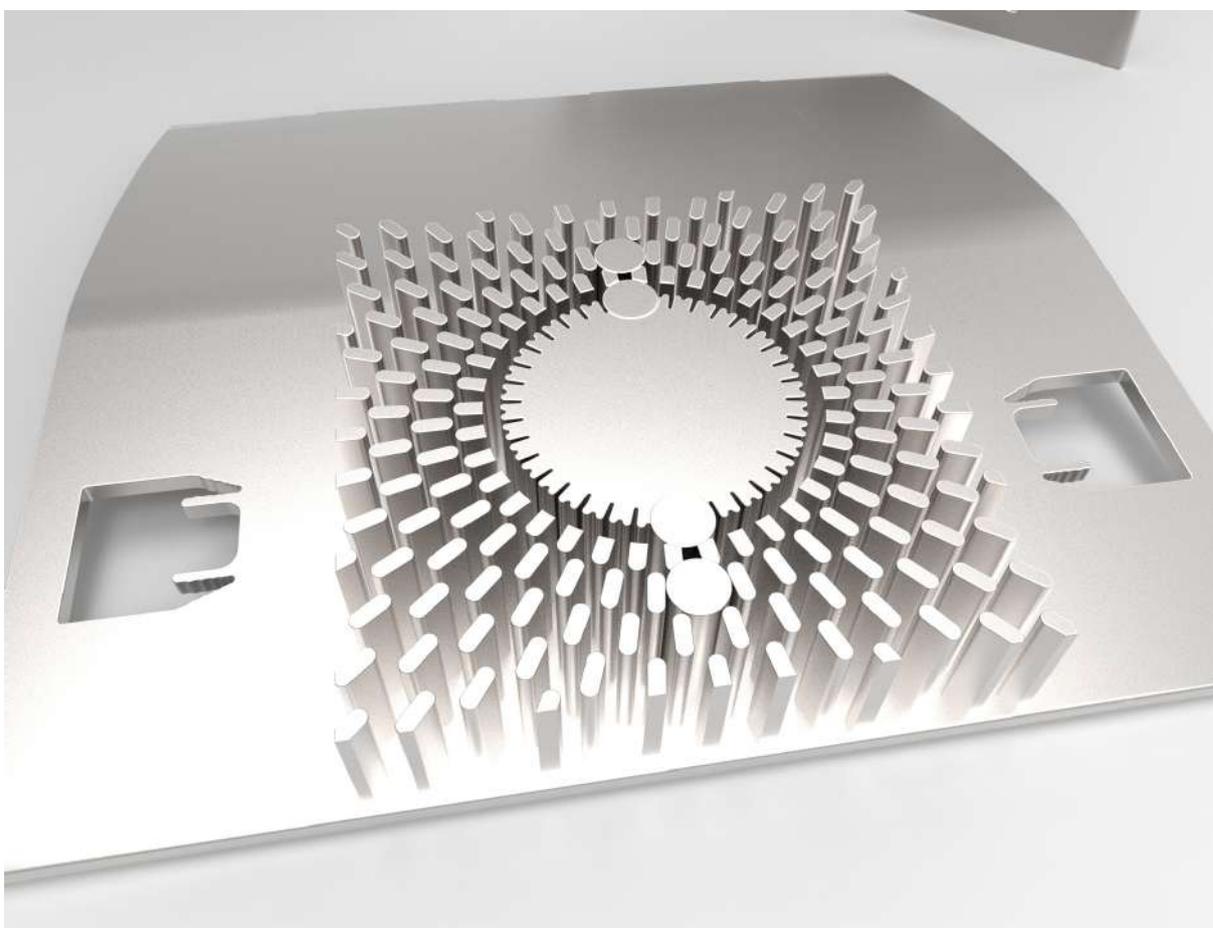


figura 130– Rrender mostrando a estrutura dissipadora de calor na parte superior do suporte do LED e do driver. Elaboração própria.

Como o “Driver” do LED fica na parte de cima do suporte e a fonte luminosa fica na parte de baixo, para que os fios não ficassem soltos e não dessem a volta no suporte, foram criados dois buracos, um em cada lado do dissipador.

Esses buracos tem a função de diminuir o gasto de fio, diminuindo a ocupação do espaço interno da luminária. Eles ainda possuem, virado para o LED, uma estrutura que permite a fixação dos fios, evitando que puxões acidentais arrebenhem as soldas e danifiquem o sistema.

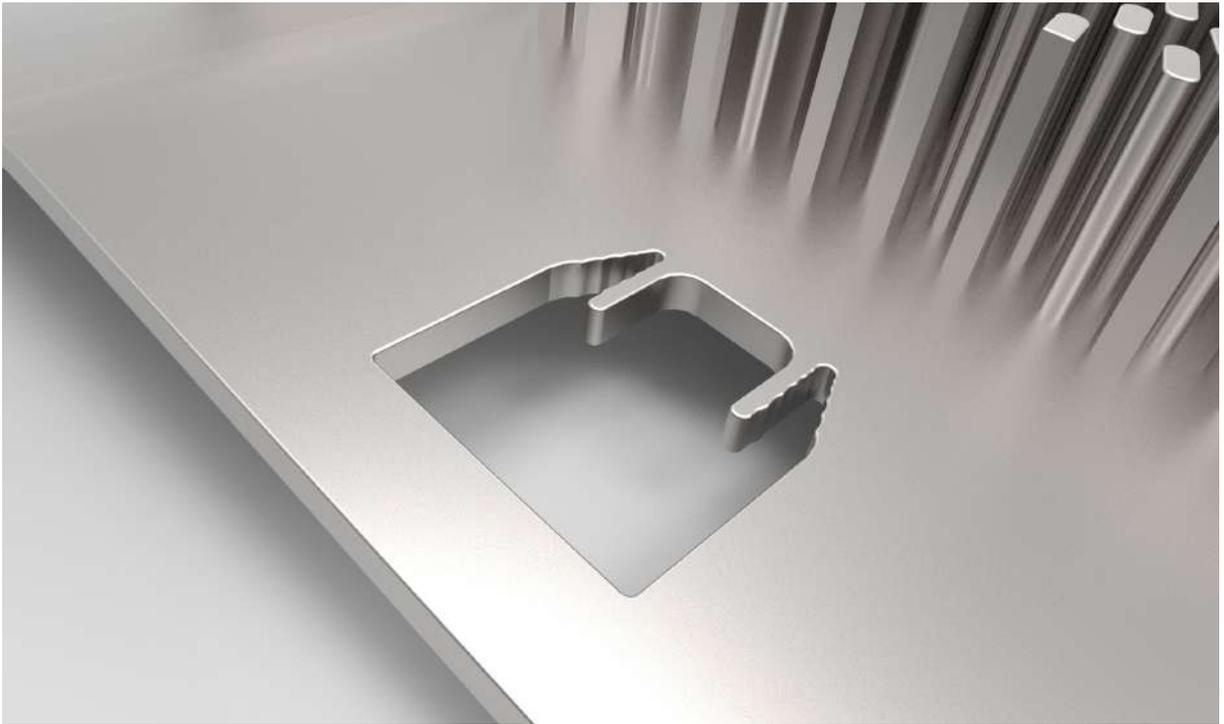


figura 131 - Render mostrando o furo para a passagem dos fios e a estrutura para a fixação dos mesmos. Elaboração própria.

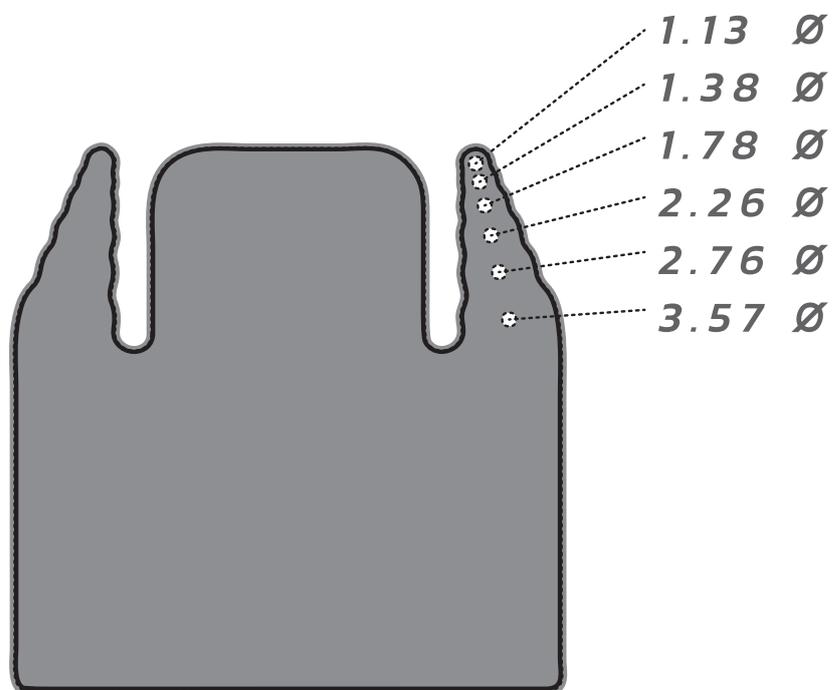


figura 132 - Esquema detalhando os diâmetros encontrados na estrutura para a fixação do fio. Elaboração própria.

As estruturas para a fixação do fio compreendem diferentes bitolas, entendendo que, por se poder utilizar diferentes tipos de LEDs com diferentes potências, a amperagem da corrente também pode ser modificada e, quanto maior a corrente, maior a bitola do fio precisa ser para comportar a mesma.

Na parte inferior do suporte, junto a parte que fica presa ao alicerce, existe um prolongamento da base, que tem a função de escorar todo o sistema sob a estrutura interna da luminária. Esses prolongamentos existem para manter o afastamento necessário entre o LED COB(chips on board) e o refletor, além de não deixar que o peso do suporte, do LED e do "Driver" fiquem escorados sobre o refletor e a cúpula.



figura 133 - Render mostrando a parte de fixação entre o suporte e o corpo da luminária e os prolongamentos da base. Elaboração própria.

Essa peça é a que torna possível o funcionamento da luminária sem um tamanho inadequado, uma vez que essa peça organiza o espaço interno e separa os componentes de forma a mantê-los relativamente afastados. Por questões de segurança, essa peça não pode ser produzida em nenhum material inflamável, já que fica perto de componentes elétricos e fontes de calor. Em possíveis acidentes, é função desse item e do corpo da luminária, prevenir o aumento do mesmo e, como o suporte é a árvore, em caso de falhas, o ideal é minimizar as chances de malefício tanto aos pedestres, como para esse ser.

•Tampa da Luminária

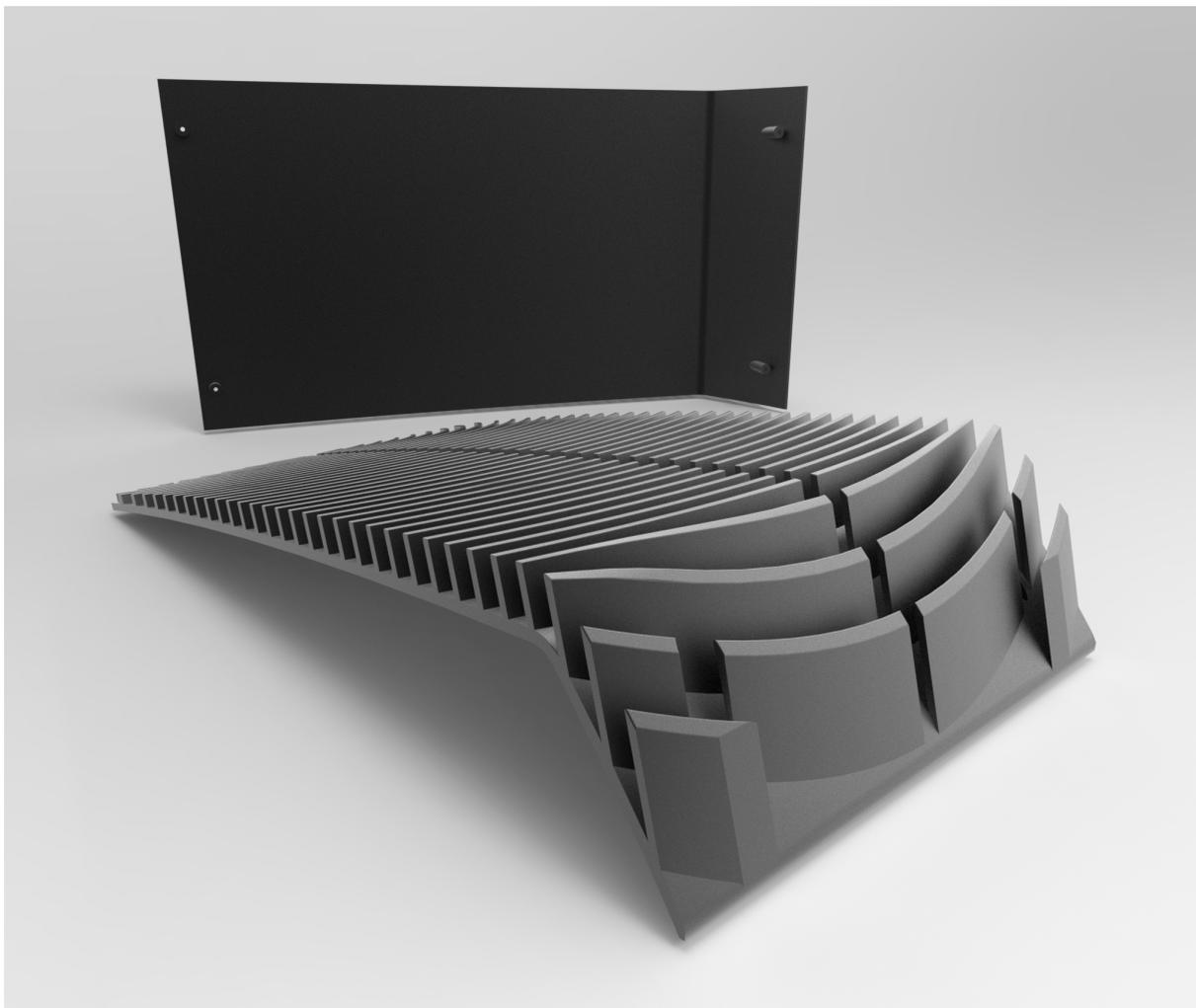


figura 134– Render mostrando a tampa da luminária e as saliências dissipadoras de calor. Elaboração própria.

A tampa da luminária, além de ter a função de conservar o conteúdo da luminária, também tem a função de aumentar a dissipação de energia térmica. As saliências na parte externa da tampa, por serem composta de Alumínio (material que tem a capacidade de dissipar o calor) aumenta a área de contato da parte externa da tampa com o ambiente em sua volta, gerando maior perda de calor do sistema.

Além disso, a tampa em conjunto com as borrachas de vedação da parte superior tem a função de isolar o sistema das chuvas, dejetos de animais, frutas, folhas, galhos e etc.

É possível observar que no meio do relevo na tampa da luminária existe uma fenda, que tem como função facilitar o escoamento da água, para que ela não se acumule e acabe se tornando um criadouro de insetos e vetores doenças. Outro fator positivo gerado pelo escoamento da água é a limpeza da parte externa do sistema.

Fabricada com Alumínio SAE 323 pelo processo de Injeção de metais.

•Fixador do Refletor e do Painel

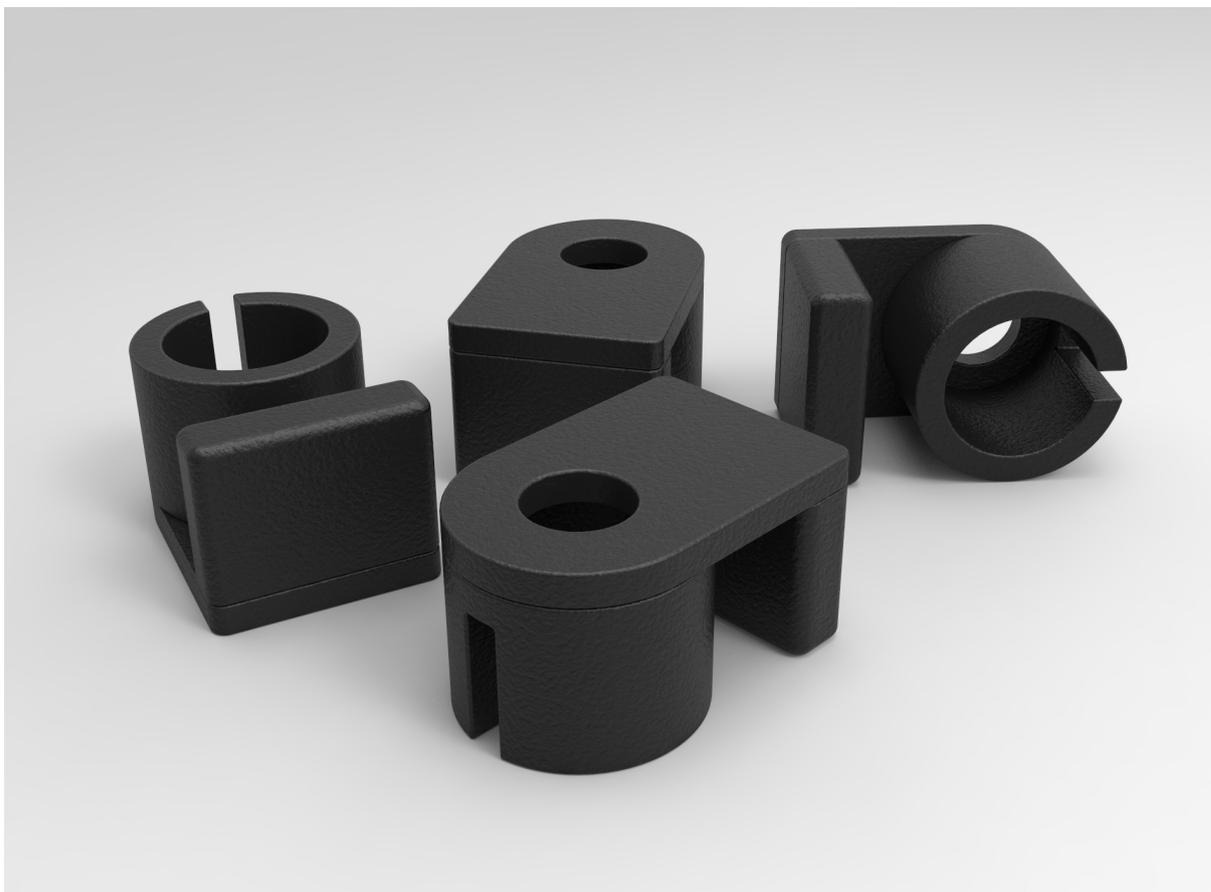


figura 135 – Render mostrando os fixadores do refletor e do painel de proteção. Elaboração própria

Essas peças, em conjunto com as estruturas alocadas no corpo da luminária, funcionam como travas para que o refletor e o painel de proteção não fiquem desprendidos no interior da luminária.

A falta de fixação adequada desses componentes poderia facilitar danos a fonte luminosa ou até aos componentes no interior da luminária. Esses itens também são extremamente importantes para selar a parte inferior do sistema. Já que existe um furo para a passagem da cúpula e principalmente da luz emitida pela fonte, é de suma importância que esse orifício também esteja protegido. São essas as peças que pressionam o painel de proteção da luminária contra as borrachas de vedação do sistema.

Para que fosse possível obter um material resistente a possíveis temperaturas elevadas e conferir resistência mecânica, essa peça é fabricada com PVC pelo processo de injeção de plásticos.

•Cinta de Fixação



figura 136 – Render mostrando o duto plástico para a comunicação elétrica entre os sistemas. Elaboração própria.

Esse componente é composto por dois itens, uma tira de alumínio de 0,5mm com a furação adequada para o ajuste no sistema primário de fixação; e um duto plástico, fabricado de PVC extrudado, que também possui furação para ser afixado acima da cinta metálica.

A decisão por duas peças separadas veio na intenção de facilitar e simplificar o processo de fabricação e instalação, pois caso algum dos itens fosse avariado, seria necessário trocar todo o item, que caso tivesse alta complexidade, poderia encarecer a manutenção.

A parte metálica deste item tem como função criar tensão em torno do tronco, para que seja possível a fixação do sistema luminoso no tronco. Como o contato entre o dispositivo e a árvore será feito através de pontos concentrados, essa parte metálica só tem a função de estabelecer um alicerce para que através do pino da fixação secundária, a pressão seja estabelecida sobre o tronco e conseqüentemente sob o sistema.

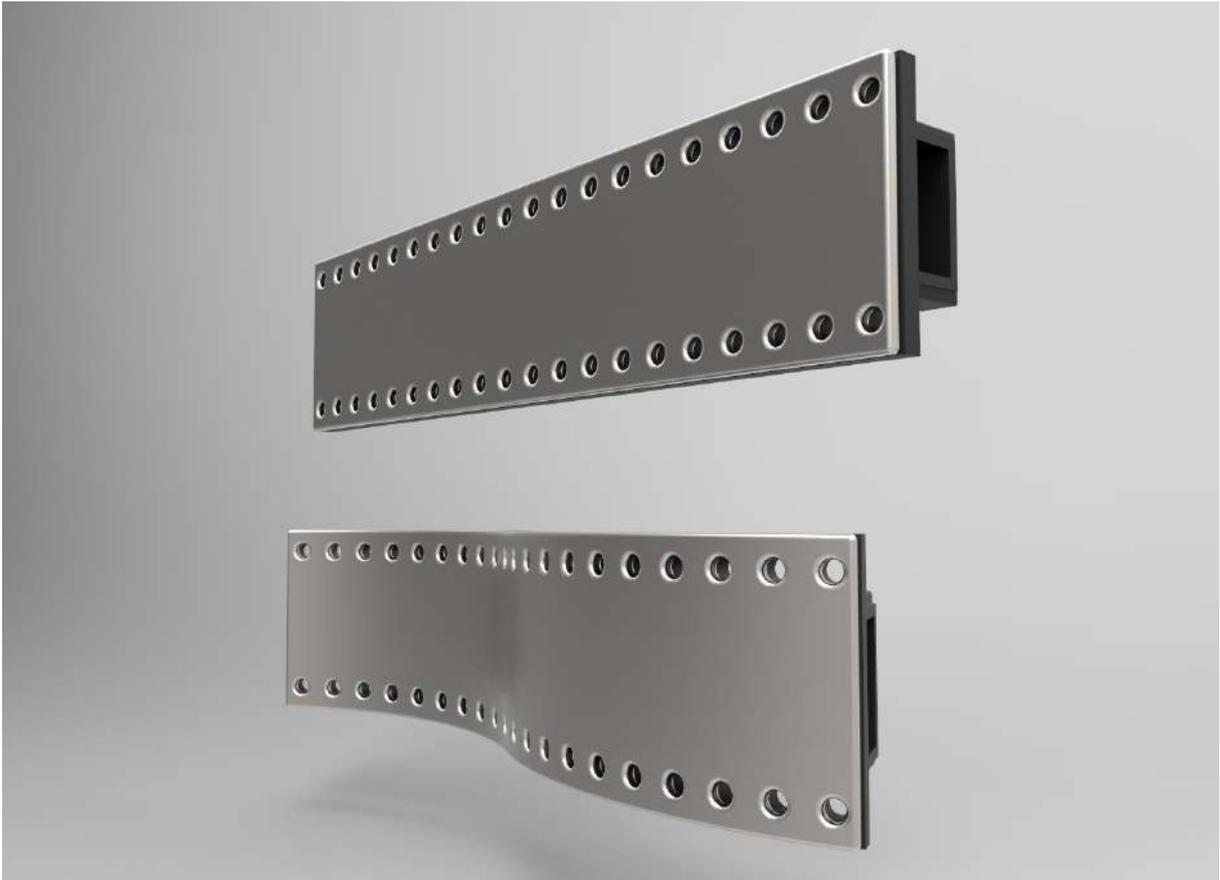


figura 137 - Render mostrando a parte metálica da cinta de fixação no tronco. Elaboração própria.

Essa peça precisa conferir resistência para que seja possível a aplicação da pressão e também precisava ser flexível o suficiente para poder contornar os menores troncos compreendidos pelo projeto. É preciso lembrar que esse componente ficará exposto ao clima e as intempéries da natureza, então ele precisa resistir as ações da chuva e do sol, assim como eventuais animais, insetos e substâncias plausíveis(fezes, resíduos de insetos como abelhas, etc.)

O duto plástico é o canal de transmissão dos fios de eletricidade de um sistema para o outro quando existirem mais de uma luminária instalada no mesmo nível e sob a mesma cinta metálica. Esse componente precisa proteger os fios ,mesmo sob condições rigorosas do tempo e da natureza. Ele precisa ser resistente o suficiente para suportar as ações de animais(ninhos, mordidas e etc)

Essas duas peças juntas, quando instaladas no sistema primário de fixação tem que ser capaz de conferir a vedação necessária para preservar os elementos no interior do corpo principal.

Esses itens são um dos mais importantes para o sistema, pois é através dele que é conseguida a fixação, e qualquer eventual falha pode resultar em um acidente grave.

Em casos onde exista apenas um dispositivo instalado na árvore ou em um nível, não existe a necessidade de instalação do duto plástico. Esse foi outro motivo que levou a separação desses dois elementos, porém, para que a correta vedação do sistema seja mantida, é necessário usar a Borracha de Vedação da Fixação.

•Passagem para o Fio

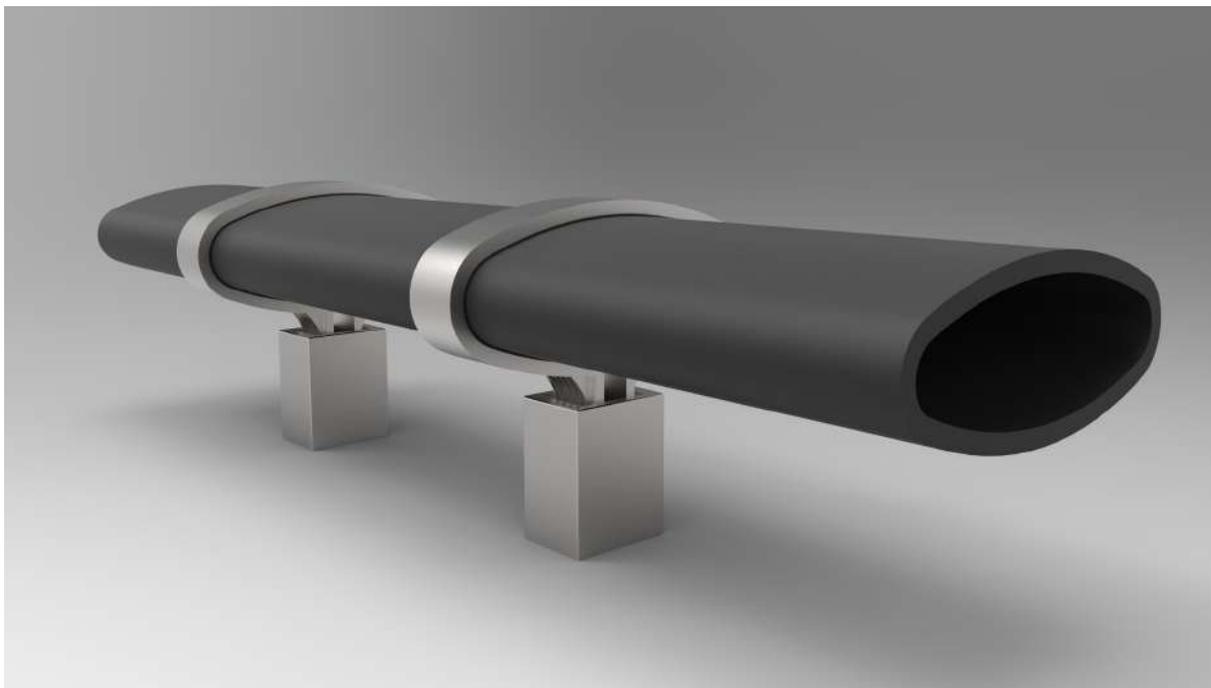


figura 138– Render mostrando o sistema para a passagem dos componentes elétricos do nível da calçada até o dispositivo. Elaboração própria.

O duto, fabricado pelo processo de extrusão do PVC flexível, que ficará responsável pela passagem do fio do ponto na calçada até o sistema no tronco, assim como o duto que compõe a cinta de fixação, precisa apresentar características de resistência aos castigos do clima e ser resistente aos danos que possivelmente podem ser causados por animais.

Esse sistema precisa ser fixado na árvore e ainda permitir a passagem de cabeamento da sua parte interna. Para tal tarefa, foi necessário encontrar uma solução onde a fixação não atrapalhasse na passagem dos componentes elétricos. Ao mesmo tempo, por motivos de segurança, o mais recomendado seria que a fixação fosse feita de forma não aparente, dificultando que possíveis atos de vandalismos ou furto fossem realizados no sistema.

Diante dessa problemática, foi estabelecida a necessidade de elaborar um sistema onde a fixação ocorresse por baixo da estrutura que ficou responsável pela passagem do fio do chão até o dispositivo.

Considerando a cidade que vivemos como cenário para o dispositivo, ainda é de se considerar que essa estrutura tem a função de isolar o sistema durante enchentes e outras pequenas catástrofes que poderiam levar a queda da árvore e conseqüentemente a queda do sistema. Então essa estrutura precisa ser elástica e resistente o suficiente para que em casos excepcionais ainda seja possível preservar a segurança dos pedestres e transeuntes.

Visto que a árvore é um ser vivo, foram procuradas as formas de minimizar os danos para o organismo da mesma. Em uma pesquisa sobre casas na árvore e o modo de eletrificação delas, ficou claro que o mais lógico a se fazer seria fixar na parte superior da árvore e que a passagem dos fios fossem feitas por uma estrutura similar aos conduítes.

Quanto a fixação de objetos a árvore por meio de parafusos e furos, foi possível observar durante a pesquisa, algumas dicas para garantir o bem estar da árvore.

A primeira, é que qualquer furo a ser realizado na mesma, deve cobrir menos de 25%(vinte e cinco por cento) da circunferência do tronco [61].

A segunda dica é que entre qualquer objeto a ser posto na árvore e o tronco da mesma deve existir um espaço de no mínimo 2,5 (dois inteiros e cinco décimos) centímetros. Isso para que haja um espaço de ventilação para dificultar o aparecimento e a proliferação de fungos na árvore.

A terceira dica é que esses parafusos devem ser feito de aço inoxidável ou ferro galvanizado. Esses dois materiais não enferrujam e não oxidam, não liberando substâncias nocivas a árvore.

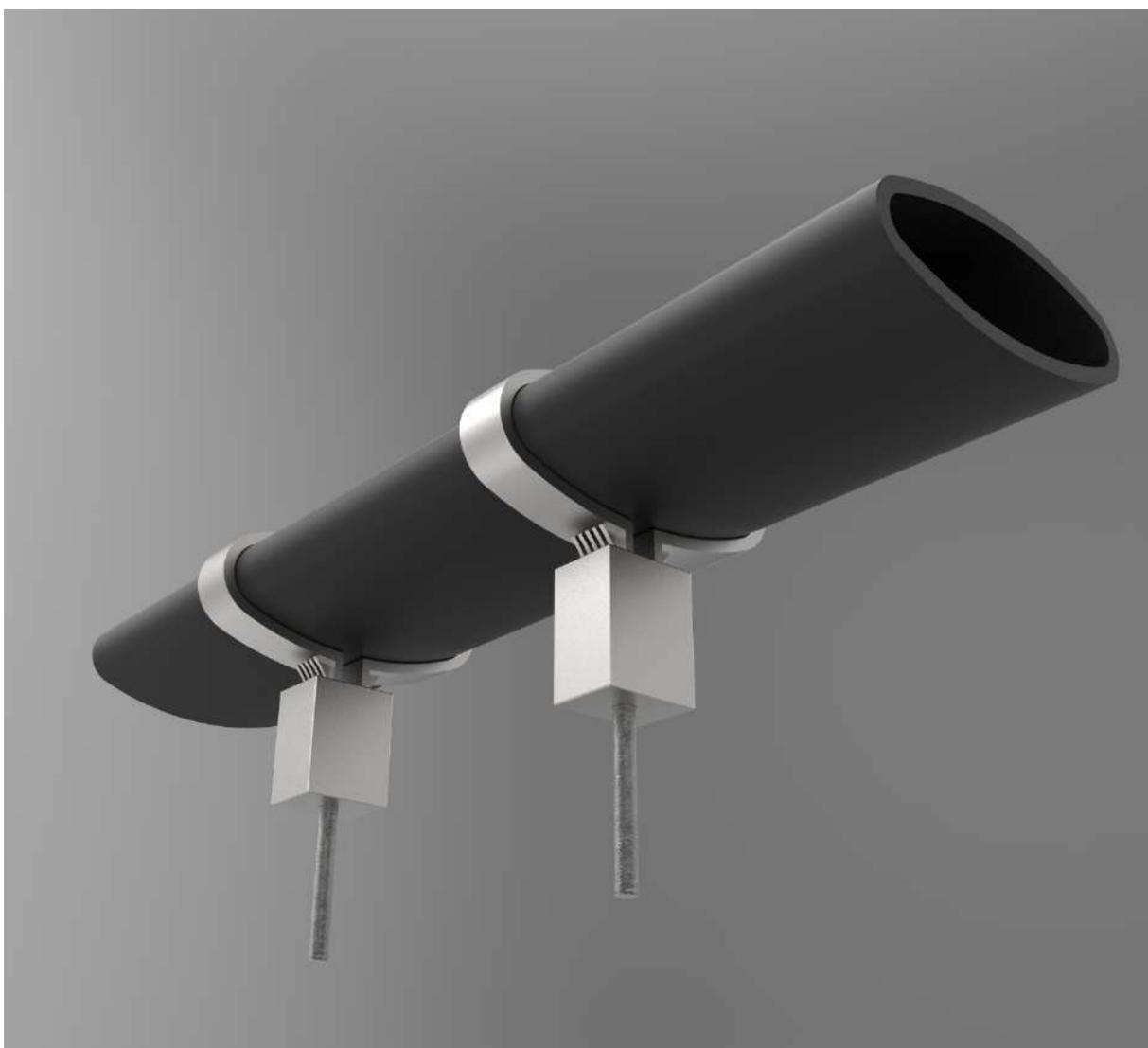


figura 139- Render mostrando os parafusos da fixação do sistema para a passagem dos componentes elétricos do nível da calçada até o dispositivo. Elaboração própria.

Este item, por se tratar apenas de proteção e passagem de outros componentes elétricos, não apresenta grande peso, e esse foi um fator para a escolha do parafuso correto para a fixação do mesmo ao tronco da árvore.

Para que fosse possível alcançar todos os pontos desejados no que dizia respeito a fixação desse item, foi necessário elaborar um sistema onde primeiro fosse feito a fixação do suporte e depois ocorresse a instalação do duto, fazendo assim com que o parafuso ficasse não aparente. Foi elaborado um sistema de fixação similar ao funcionamento dos lacres plásticos.

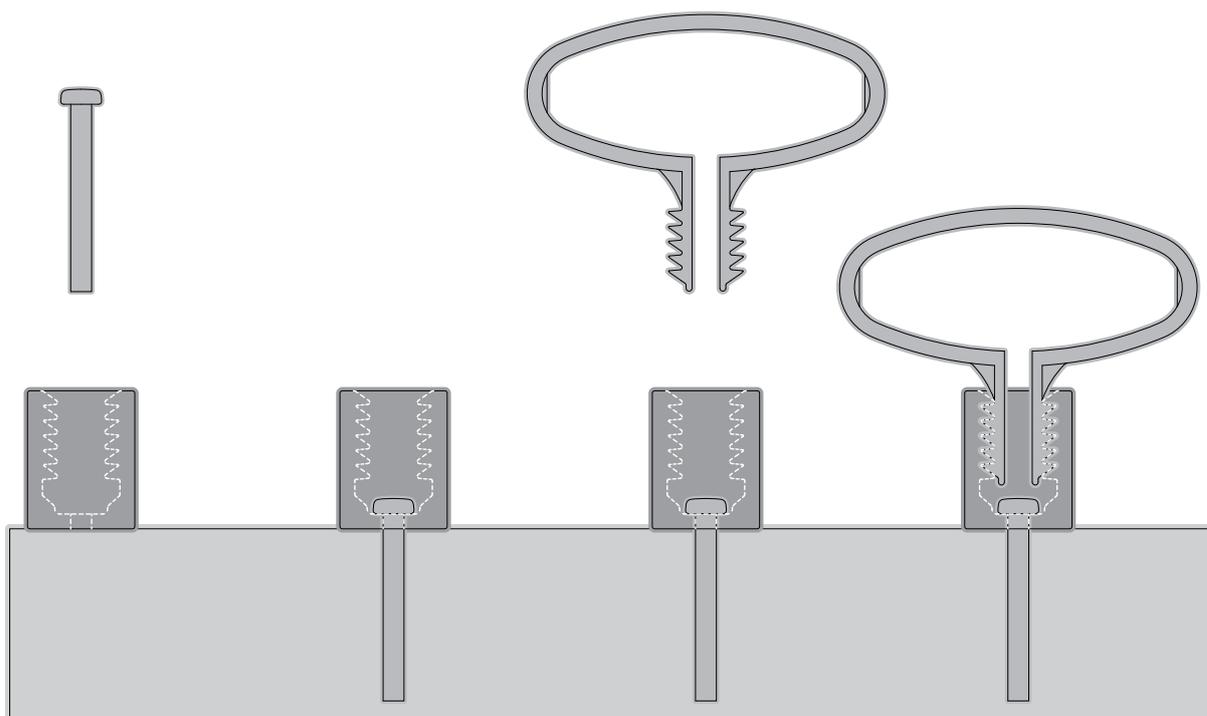


figura 140 - Esquema demonstrando o passo a passo para instalação do sistema para a passagem dos componentes elétricos. Elaboração própria.

A presilha, por ser fabricada em PVC pelo processo de injeção de plásticos, possui propriedades flexíveis e resistentes, conferindo a peça a durabilidade necessária para resistir ao clima e aos animais. Por ser um material sintético, não propicia a proliferação de bactérias e fungos.

Durante o processo de análise dos esboços, foi possível observar dois desenhos demonstrando uma passagem do ponto elétrico da calçada até o dispositivo, enrolado no tronco da árvore. Alguns problemas foram observado nessa alternativa, tal como a necessidade de mais furações para a fixação do sistema, e um comprimento maior para compreender uma mesma distância. Esses dois fatores fizeram essa forma ser descartada. E seguindo o princípio da geometria de que a menor distância entre dois pontos é uma linha reta, foi elaborado um sistema similar que poupasse materiais e diminuísse os danos a árvore.

O afastador é fabricado de aço inoxidável pelo processo de extrusão e finalizado com chapas laterais para isolar o encaixe, fixando a presilha de forma permanente.

• Vedação da Cinta 1

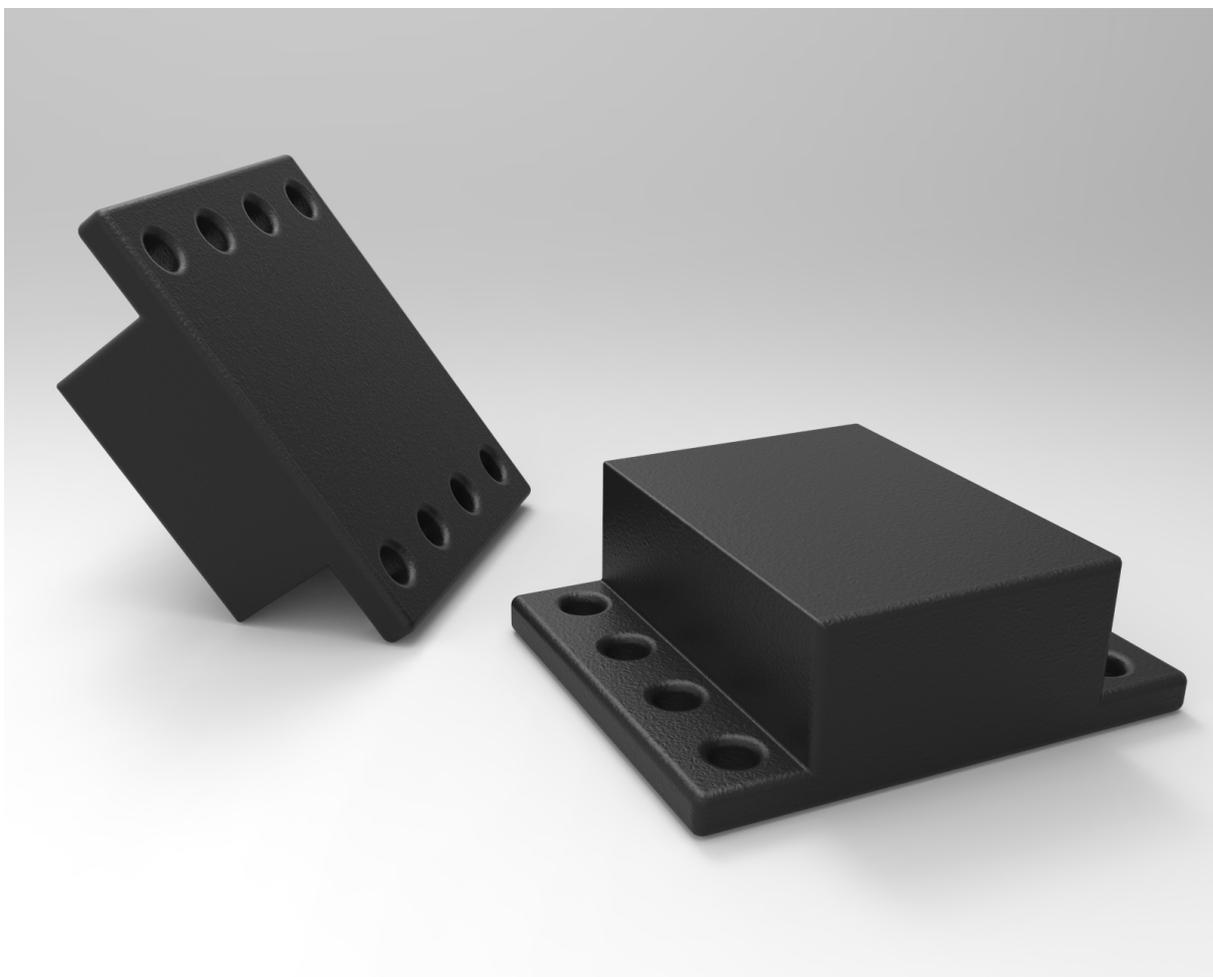


figura 141 – Render mostrando as peças de vedação a serem utilizadas quando o duto plástico da cinta não for utilizado. Elaboração própria.

Em certas ocasiões, apenas um sistema será instalado numa mesma cinta e nesses casos, não é necessário a utilização do duto plástico para a passagem de fiação entre um sistema e o outro. Nesses casos, sem o duto plástico, existiria uma grande porta de entrada para fatores danosos ao sistema.

Pensando na necessidade de vedar o sistema nos casos onde o duto não for instalado, surgiu a peça de vedação do item de fixação primária. Este objeto possui a mesma forma do duto plástico da cinta afim de se encaixar no espaço designado para ele. Porém, não há furos para a passagem de fios.

Essa peça, assim como o duto, funciona pressionando a parte metálica da cinta contra o sistema, mantendo a mesma no local correto. Para que isso fosse possível, foi escolhido o PVC como material para a fabricação da peça com aditivos plastificantes e biocidas para conferir características capazes de atender as necessidades da peça.

- **Vedação da Cinta 2**

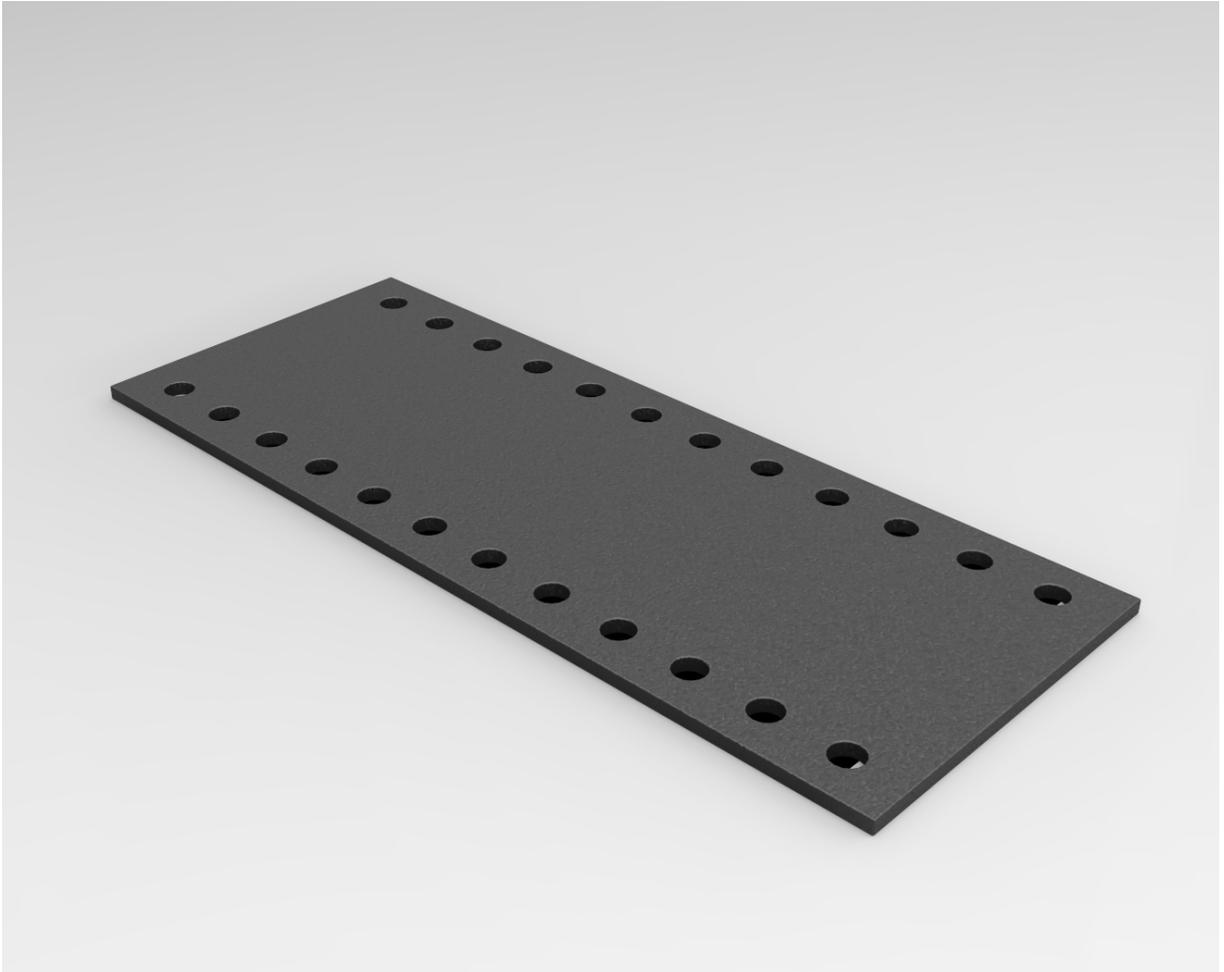


figura 142 - Render mostrando a peça de vedação da cinta 2. Elaboração própria.

Como a cinta metálica irá ser fixada nos dois lados do sistema de fixação primária, as duas partes do metal ficarão em contato, gerando uma pequena abertura sujeita a entrada de água e insetos.

Para impedir que isso ocorresse e auxiliar no processo de instalação do dispositivo foi necessário então elaborar uma peça que pudesse vedar esse espaço existente e selá-lo contra fatores que poderiam eventualmente danificar a luminária.

A vedação da cinta 2, assim como a 1 e os dutos para a passagem dos componentes elétricos, é feita de PVC para conferir as capacidades de vedação contra água e micro-organismos.

• Ambientação



figura 143 - Render mostrando a fixação do sistema na árvore. Elaboração própria.

- Regulagens

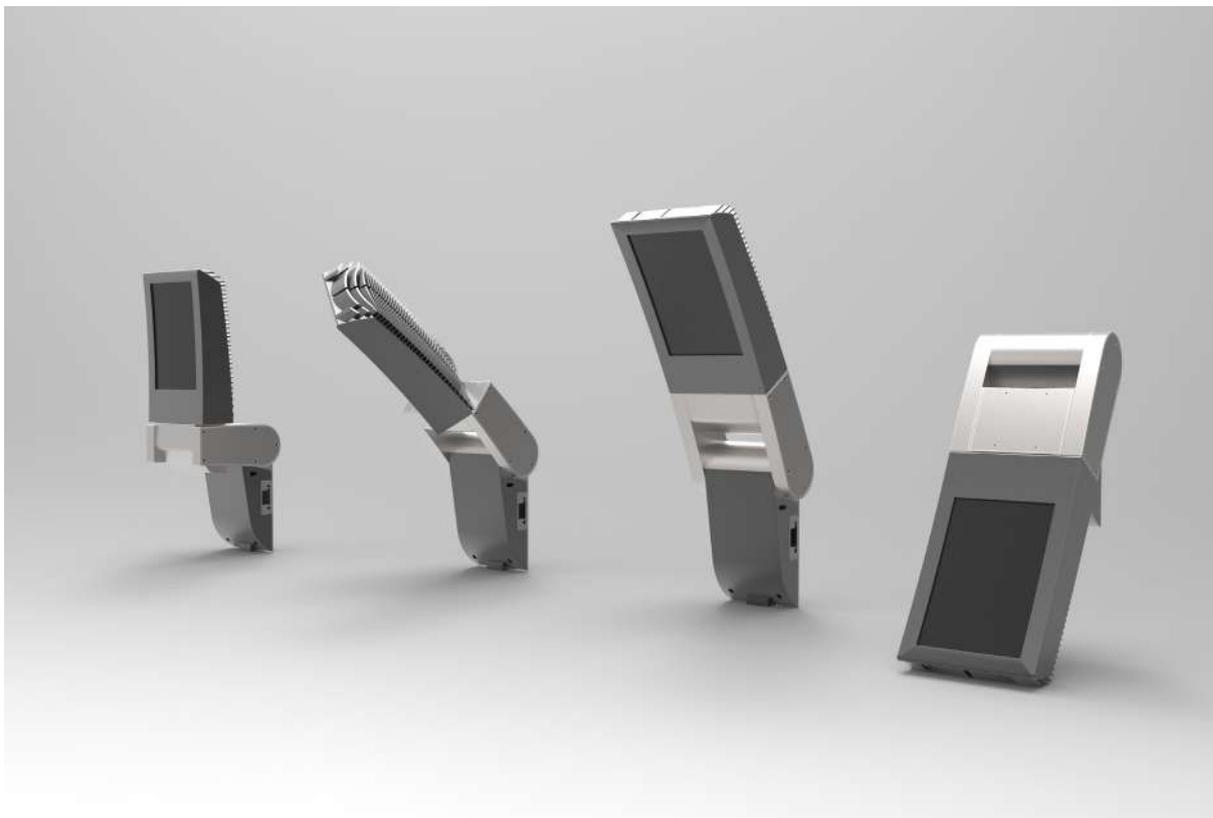


figura 144 - Render mostrando as possíveis regulagens do sistema. Elaboração própria.

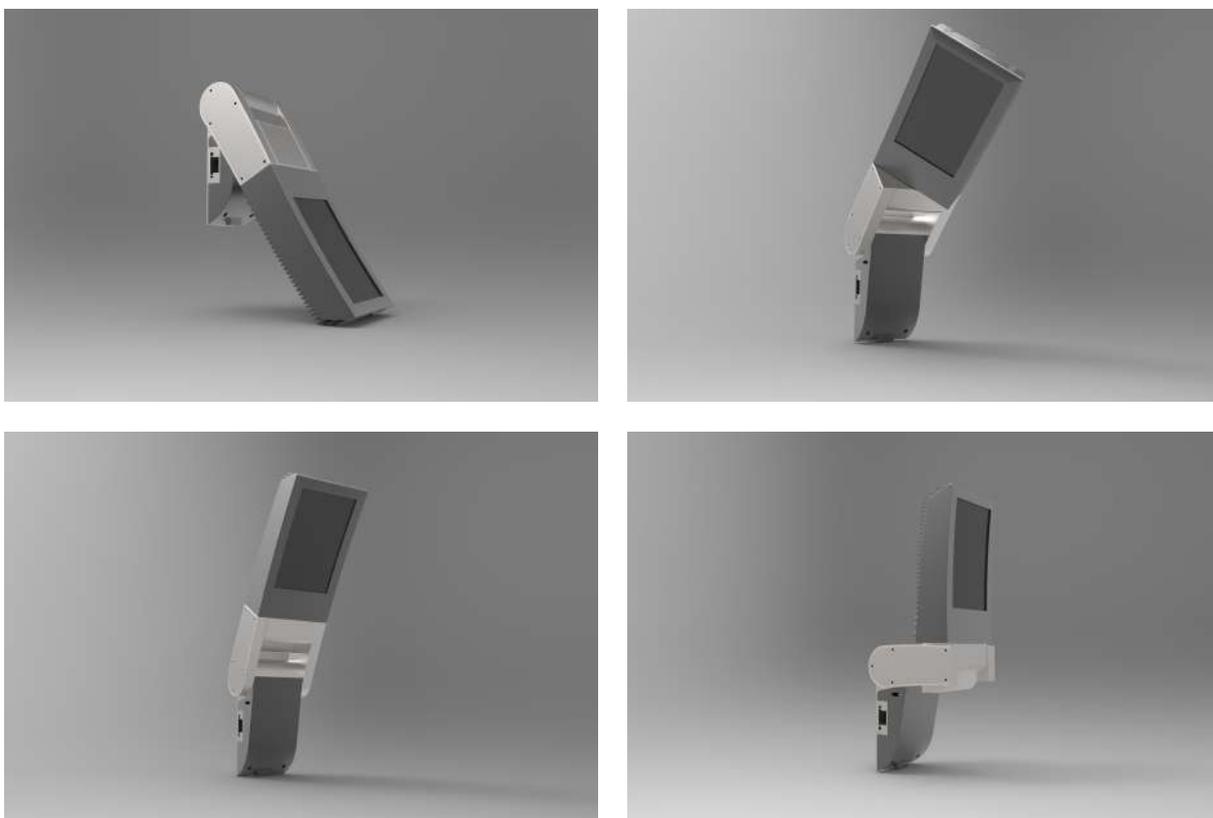


figura 145 - Render mostrando as possíveis regulagens do sistema. Elaboração própria.

• Humanização

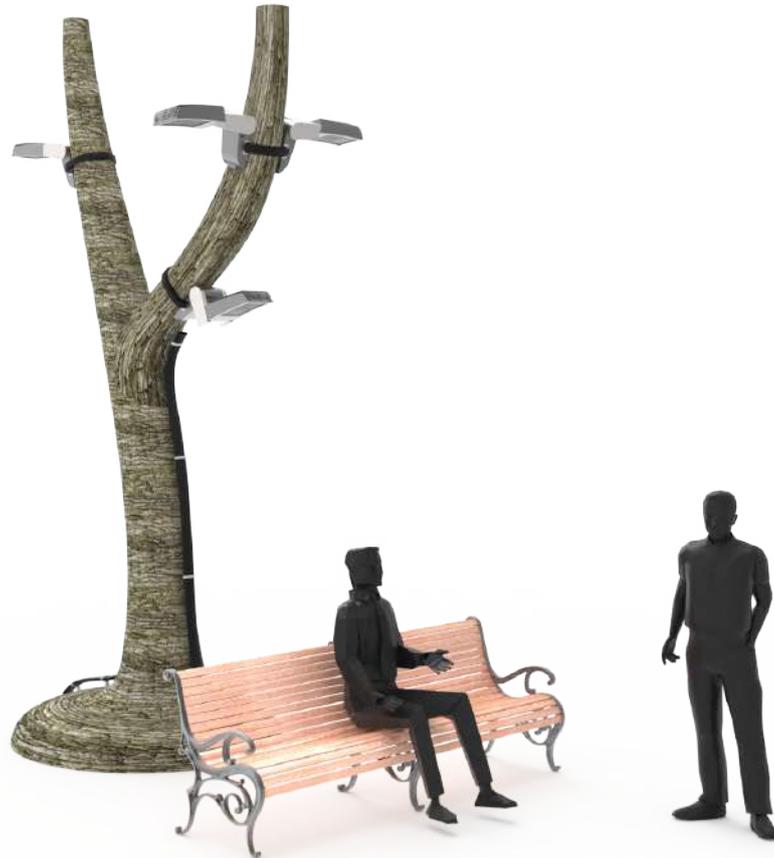


figura 146 – Render mostrando a utilização do sistema ambientado. Elaboração própria.

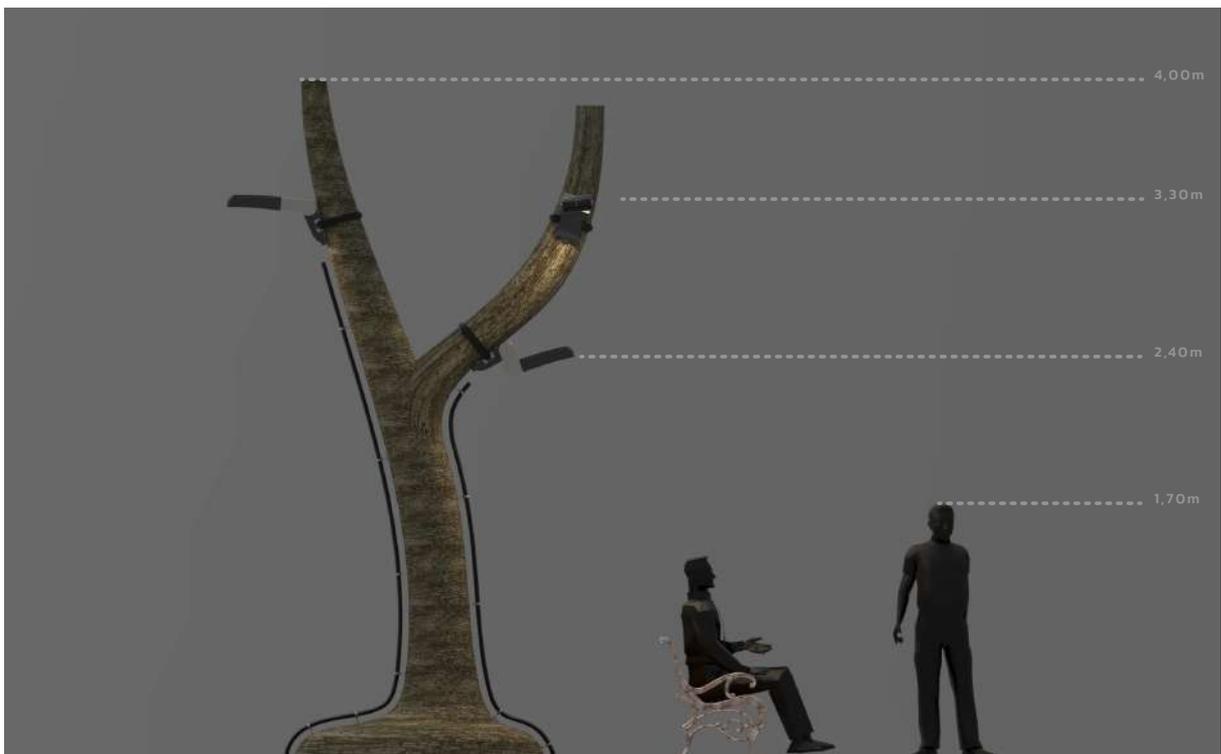


figura 147 – Render mostrando as alturas de instalação do sistema na ambientação. Elaboração própria.



figura 148 – Render mostrando a utilização do sistema ambientado durante o dia e a noite. Elaboração própria.



figura 149 – Render mostrando a ambientação do sistema durante a noite. Elaboração própria.



figura 150 - Render mostrando a proporção entre o sistema e uma pessoa de um metro e oitenta centímetros de altura. Elaboração própria.

4.4.2 Processo de Fabricação

•Escolha do processo Adequado

Durante a fase de projeto, um dos grandes fatores que definem a forma do objeto final, é o seu método de fabricação. Porém, diante da vasta gama de tecnologias pensadas para ser aplicada na produção do produto final, foi necessário avaliar as características do material a ser empregada no processo de fabricação da peça e observar a gama de processos de produção que contemplam o uso do mesmo.

Como se trata de um produto externo, que fica exposto às ações do clima e do homem, foi preciso encontrar o material que funcionasse junto com os outros requisitos citados durante a fase de análise por item.

Numa visita feita a fábrica da Luminárias Premiere, situada em Olaria, no Rio de Janeiro, foi feito contato com a professora da Universidade Estácio de Sá (curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Projetos de Iluminação, lecionando as disciplinas de Iluminação Comercial e Industrial e Produtos de Iluminação Comercial e Residencial) Adriana Alves. Graduada em Engenharia Elétrica pela Universidade Veiga de Almeida e com mais de vinte anos de experiência em Iluminação. A intenção desse contato foi finalizar noções importantes quanto ao funcionamento do dispositivo e proposição de materiais.

No primeiro momento, noções sobre o funcionamento elétrico da luminária foram estabelecidos, tal como a necessidade de estruturas de dissipação de calor dos componentes elétricos e a possibilidade de instalação do LED COB(Chip On Board) e o Driver no mesmo espaço. Ainda foram estabelecidas as noções corretas sobre os termos técnicos e as definições adequadas dos sistemas luminosos, com a finalidade de atribuir o correto termo ao projeto.

Segundo a professora, era preciso entender a intenção do sistema projetado, pois a definição de luminária ou refletor, se diferem em funcionalidade e atendem a diferentes propósitos, e conseqüentemente, nichos. Luminária é um dispositivo emissor de luz que se dispõe perpendicular ao chão e a iluminar a parte logo abaixo do sistema. Refletor pode representar uma parte do sistema ou então um tipo de dispositivo que tem como finalidade ser angulado para iluminar uma localidade. Posto que na Iluminação Pública, as luminárias são majoritariamente aplicadas e o uso de refletores fica principalmente na área de iluminação de monumentos históricos e outros "pontos turísticos", foi então determinado que o projeto se propunha a desenhar uma luminária que utiliza como as árvores como sustentação.

Após discutirmos brevemente sobre o projeto, e estando dentro de uma fábrica de luminárias, a professora trouxe uma luminária para que fosse possível analisar o tamanho, peso, material, estrutura e etc.

O processo de fabricação da peça é injeção de alumínio, que segundo a professora, é a tecnologia de mais destaque no ramo da iluminação por sua resistência estrutural, material adequado e liberdade nas formas do produto final.

Ainda é possível observar na imagem a direita, na parte traseira da luminária, a estrutura dissipadora de calor e o sistema de fixação do dispositivo no poste. Porém esse dispositivo possui um sistema obsoleto já que o mercado do LED, por ser uma tecnologia em constante evolução, apresenta novas tecnologias regularmente.



figura 151 - Fotos tiradas da luminária de 75W apresentada por Adriana Alves. Elaboração própria.

Um dos fatores mais marcantes desse modelo é o seu tamanho exagerado e peso elevado. Segundo a professora, esses fatores são desfavoráveis nesse modelo devido a tecnologia dos componentes eletrônicos empregados e o tamanho dos mesmos.

Durante a conversa foi estabelecido que o processo adequado para a fabricação de grande parte das peças seria pelo processo de injeção de alumínio, o que permitiria que o projeto fosse fabricado dentro dos formatos atuais dele.

Quanto as peças plásticas, os processos aplicados são de extrusão e injeção com componentes que aumentam a resistência de tais materiais aos raios UV e climas rigorosos.

•Alumínio Injetado

O processo de injeção do alumínio é um dos meios de conformação de metal mais severos devido às altas temperaturas e aos esforços mecânicos constantes sob a superfície do ferramental utilizado. Para resistir a tal castigo, o material dos moldes e ferramentas utilizadas neste processo de fabricação precisam apresentar um grande desempenho quanto ao tempo de duração e estabilidade durante o uso. Mas um dos fatores que faz desse processo um tanto quanto utilizado, é a capacidade de produção de peças de alta complexidade geométrica.

Para a ocorrência desse processo, um braço robótico, denominado de abastecedor automático, vai ao forno onde o alumínio se encontra derretido, numa temperatura em torno de 800°, colhe o alumínio fundido e leva até o bico de injeção da máquina injetor de alumínio, como visto em [85]. Através da movimentação de um pistão, a máquina então injeta o metal em estado liquefeito dentro de uma matriz metálica, numa operação rápida, levando o substrato a percorrer os dutos de alimentação previamente dimensionados. Nesse processo de fabricação, as peças obtidas apresentam um acabamento superficial de alta qualidade e o mesmo se destaca pela quantidade de peças que podem ser obtidas [86].

Esse processo, também denominado “Die Casting” pode resultar em peças com espessura mínima de até 1 milímetro e, a baixa rugosidade superficial resultante desse processo pode diminuir bastante os custos de operações complementares e pós produção. A aplicação indicada para esse processo de fabricação é para um grande volume de peças devido ao maquinário e ferramentas envolvidos, além dos requisitos exigidos para o controle do processo.

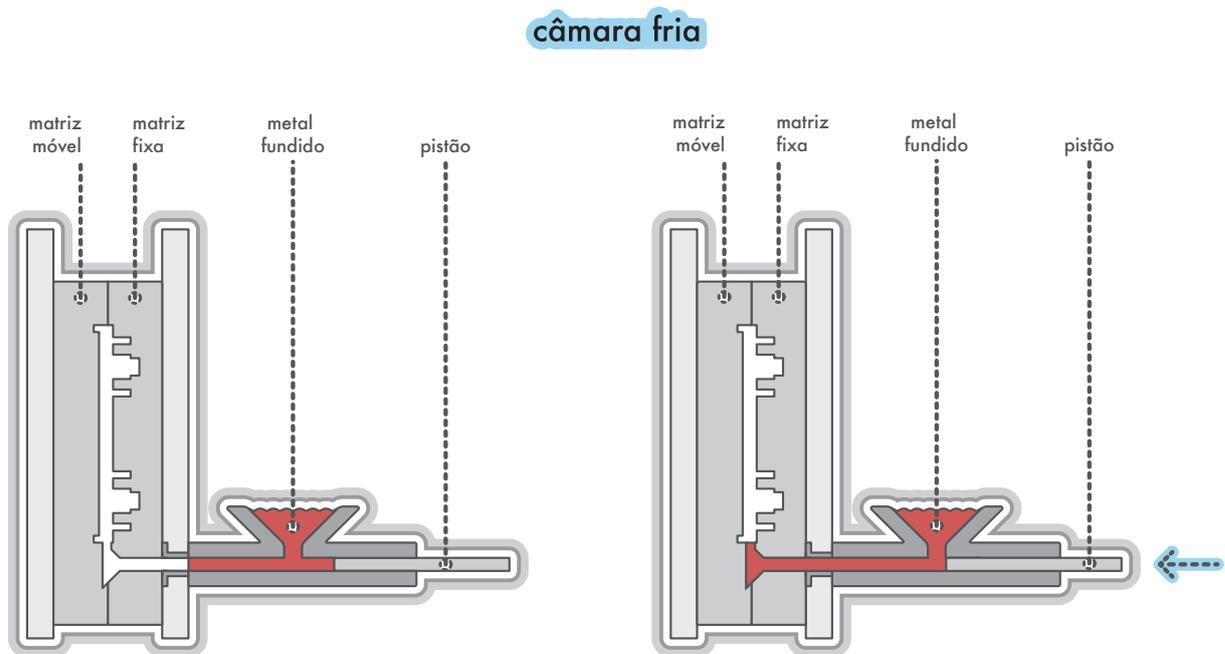


figura 152 - Esquema mostrando a tecnologia de câmara fria. Elaboração própria.

câmara quente

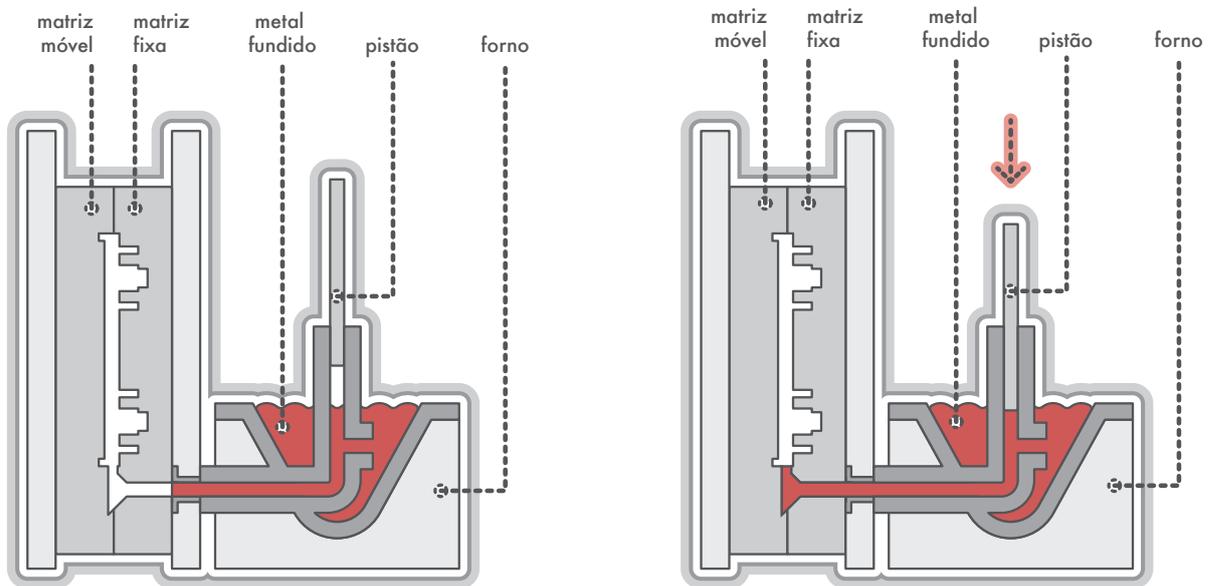


figura 153 - Esquema mostrando a tecnologia de câmara quente. Elaboração própria.

O método que utiliza o pistão para a inserção do metal em estado fundido no interior do molde, é denominado injeção de câmara fria. Há ainda o método de injeção de câmara quente, onde os dispositivos que realizam a injeção estão imersos no metal em estado líquido.

O molde é a peça que determina a qualidade do produto resultante desse método de fabricação. Para a produção do mesmo, deve ser levado em consideração a utilização dos materiais corretos, geralmente ligas premium de aço (AISI H13 PREMIUM QUALITY) [87].

A confecção de uma matriz para o processo de injeção de alumínio contempla inúmeros fatores e um grande número de variáveis e muitas vezes depende do resultado quisto e da peça a ser obtida. O que é preciso ter em mente é que essa peça tem que ser capaz de resistir a altas temperaturas e pressões, e ter uma disposição correta dos canais de resfriamento e saída do ar. Para a obtenção de produtos com alta qualidade de acabamento, é preciso que o mesmo se reflita no molde, requerendo processos e máquinas de precisão [88].

No primeiro estágio do processo, ocorre o preenchimento da bucha de injeção com o metal no estado líquido, retirando-se o ar. Para isso, o começo da injeção é feito em baixa velocidade (a velocidade do pistão varia de dois a cinco metros por segundo). Caso o ar ainda esteja presente na bucha, o mesmo fará parte da peça resultante. Ainda é preciso evitar que o material seja vazado na matriz de forma prematura, o que pode causar problemas na peça por causa de ondas de turbulência e gases.

Para que sejam evitados esses problemas, podem ser realizados cálculos baseados na massa do metal a ser injetado e no volume de material necessário para a produção. O fim desse momento é marcado quando todo volume interno da câmara de injeção está ocupado pelo metal líquido.

O segundo momento é representado pelo preenchimento da matriz e ocorre pela movimentação do pistão (de trinta a sessenta metros por segundo), pressionando o metal presente na câmara de injeção em direção ao molde. É necessário que as saídas de ar do molde estejam liberadas, evitando o aprisionamento do ar e o aparecimento de bolhas, pois a pressão elevada vai apenas comprimir o ar, tornando-o parte da peça.

No terceiro momento, que ocorre imediatamente após o segundo, é realizada a velocidade da injeção e a pressão aplicada para o correto preenchimento do molde com o substrato em estado fundido. É o momento onde ocorre a compactação final da peça para compensar a contração do metal na medida que ele esfria. Isso evita a possível aparição de porosidades do objeto resultante.

As vantagens desse processo de fabricação são: a rapidez na produção, acabamentos superficiais limpos, alta precisão, grande diversidade de formas, diminuição do desperdício de substrato, vida útil elevada das peças, entre outros [88].

Ainda é possível acoplar um sistema de vácuo ao molde em casos onde paredes finas e baixa porosidade são exigidas no produto final. Esse sistema ainda auxilia no escoamento do metal em estado líquido dentro da matriz, facilitando a injeção em casos mais complexos.

A alta pressão não é um requisito do processo industrial; é uma consequência do método de injeção por pistão e pelo fato do molde estar selado. Quando o dispositivo de vácuo é utilizado, ele ajuda a baixar a pressão no interior da matriz auxiliando assim o escoamento do alumínio no interior da cavidade do molde.

A liga utilizada para a produção das peças é a SAE 323. Essa liga apresenta uma boa fluidez, o que faz com que ela seja aplicável no processo de injeção de metais. Apesar de não ser a mais utilizada nos processos previstos, é a que tem aplicação com as características necessárias para preencher os requisitos do projeto. Essa liga apresenta uma ótima resistência a corrosão, e já que se trata de um produto exposto às intempéries, não poderia ter sido escolhido uma liga mais adequada [100].

•Peças produzidas por Alumínio Injetado

Luminária:

- Corpo da Luminária
- Tampa da Luminária
- Suporte do LED

Sistema de Rotação Central:

- Corpo
- Tampa

Braço de Ligação:

- Corpo
- Tampa

Corpo Principal:

- Corpo
- Tampa
- Sistema de Fixação Primária
- Pinos Sistema de Fixação Secundária
- Suporte Interno da Rotação

•Chapa de alumínio 0,5mm(cinco décimos de milímetro)

A cinta de fixação é a parte mais importante do sistema de fixação na árvore. É através dela que é gerada a força que amarra todo o dispositivo de forma estável e segura. Para que ela funcionasse, foi preciso escolher um material que compreendesse as características necessárias para a fixação do sistema e essas são, flexibilidade e resistência mecânica.

Durante a análise de materiais viu-se que a partir de folhas de alumínio de 0,5mm, era possível obter essas duas características e ainda manter o projeto sustentável, já que esse metal é infinitamente reciclável. Isso porque esse material pode ser reprocessado sem perder as suas características[94].

Para a produção desse item é obtida uma bobina de alumínio contendo 20m. A largura da mesma pode variar de 1m a 0,3m. A espessura da chapa é de 0,5mm. Para que seja possível obter a largura especificada no projeto, podem ser utilizadas máquinas de corte longitudinal ajustáveis que fazem o corte de forma automática e preciso. Usualmente essas máquinas já realizam os acabamentos necessários para a manipulação do material [95].

Os furos são feitos em máquinas de estampagem. Pelo processo de puncionamento é capaz efetuar furações iguais e consecutivas com espaçamento regular ao longo da peça [96]. Após esse processo, é necessário então que o alumínio receba tratamento superficial para resistir as agressões do clima e do contato constante com a árvore. O processo mais indicado para tal é a anodização do metal, que consiste na formação de uma camada superficial de material oxidado, isolando o material não oxidado do contato com os fatores danosos ao mesmo [97]. Após o tratamento superficial de proteção, o material é então rebobinado, para facilitar o transporte e permitir que a peça seja cortada de acordo com o tamanho necessário da cinta.

•Extrusão de Metais

O grampo de fixação do duto responsável pela passagem dos componentes elétricos fica preso a uma estrutura responsável por fazer a fixação no tronco e pelo afastamento dos componentes, do corpo da árvore. Esse afastamento se dá para preservar a saúde da árvore.

Para a fabricação desse afastador, o processo adequado foi a extrusão de aço. A conformação desse material pode se dar pelo processo quente ou frio. Em ambos os casos, o substrato é forçado a passar por uma matriz formando uma peça com uma seção transversal constante [98]. Depois de extrudada, a peça é então cortada no tamanho adequado gerando inúmeros afastadores. Para finalizar a peça, uma chapa de aço é soldada nas aberturas laterais para impedir que o grampo saia do lugar deixando o duto solto.

O aço inoxidável foi escolhido para a fabricação dessas peças já que as mesmas ficam constantemente expostas as intempéries e é necessário que elas resistam a oxidação. Além disso, esse material não possui substâncias que prejudicam a saúde da árvore. Sem contar que é um material de fácil conformação e união que confere uma aparência agradável juntamente com resistência às variações de temperaturas bruscas, e o fato de ser reciclável [99].

•Injeção de Plásticos

Assim como a injeção de metais, esse processo demanda alguns itens específicos: maquinário adequado e mão de obra qualificada para o manuseio do equipamento.

O processo de injeção de materiais plásticos é semelhante ao processo de injeção de metais detalhado anteriormente. A grande diferença está na matéria prima utilizada. O plástico é um substrato de aplicação versátil, baixo custo e de fácil conformação pelo processo de moldagem por injeção.

Para que seja possível a injeção, é preciso sincronia e velocidade durante o processo. No início, o material é alimentado na máquina através de um funil, localizado na parte traseira. O mesmo fica responsável por direcionar o substrato na cavidade que alimenta a rosca do maquinário. Por estar situado acima da máquina, a entrada ocorre de acordo com a força da gravidade, não sendo utilizada nenhuma pressão para a introdução inicial do material dentro do processo.

Nesse primeiro momento, esse material termoplástico se apresenta em forma de grânulos, e é possível observar em máquinas mais modernas, pequenos silos substituindo os funis de abastecimento. A vantagem desse item, denominado de "Funil Secador", como o próprio nome já diz, é que essa peça já faz a secagem e o pré aquecimento do material que será injetado na matriz. Ele ainda poupa tempo e energia, eliminando a necessidade de se fazer o transporte dos grânulos que estão na estufa de bandejas até a máquina que irá realizar o processo e facilitando o trabalho do equipamento, uma vez que o substrato já entra relativamente aquecido.

Depois de iniciado o processo e com os grânulos do material já dentro da máquina injetora, o substrato é movimentado pelo cilindro, também denominado de canhão, por uma rosca, e aquecido por resistências elétricas situadas na parte externa do equipamento. É necessário observar o tempo que este material irá ficar no interior do cilindro, pois a exposição prolongada ao calor e a pressão gerada pela rosca podem degradar o material. Essa região do aparelho de injeção ainda pode apresentar uma válvula de "degasagem", mecanismo que permite a saída dos gases liberados pelo material durante o processo de plastificação.

A rosca situada no interior do cilindro onde o material é preparado, é responsável pela movimentação, compressão, fundição e homogeneização do material na parte interna. Essa peça é setorizada em três partes, a zona de alimentação, zona de compressão e zona de dosagem. Na primeira, é onde ocorre a entrada do substrato em forma de grânulos e é observada a necessidade de movimentá-los em direção ao molde e preparar o mesmo para ser injetado na parte interna da matriz. Na zona de compressão, é possível observar uma diminuição do espaço entre a rosca e a parede interna do canhão em relação a zona de alimentação. Isso ocorre para que o espaço para o material seja reduzido, comprimindo o mesmo contra as superfícies quentes da parede do cilindro, cisalhando o material e levando o mesmo ao estado líquido viscoso. O substrato é submetido a uma temperatura entre 200°C e 250°C, isso para que o mesmo possa alcançar o estado plástico.

Após a passagem pela rosca, o material chega então ao bico, que é a parte que conecta o canhão à bucha do molde. A união entre essas duas partes é feita apenas com o contato. Essa união é feita sem o auxílio de roscas ou travas.

Isso se dá porque em casos onde ocorra a troca de materiais ou a limpeza do canhão(purga), é necessário que o mesmo seja afastado da bucha do molde. Para controlar a temperatura, os bicos também possuem resistências elétricas e suas configurações podem ser controladas em um painel. A temperatura desse item fica próximo ou abaixo do ponto de fusão do material empregado no processo em questão. Tal ocorrência se dá para que ocorra a geração de pressão suficiente para lançar os plástico dentro do molde.

É na matriz confeccionada de aço que ocorre a conformação do material em estado fundido e a obtenção da forma desejada. Ainda é possível observar os pinos responsáveis pela ejeção da peça após o processo de injeção e os canais de refrigeração, onde circulam fluidos que favorecem a perda de energia térmica controlando a temperatura do molde, evitando o super aquecimento e a degradação prematura do mesmo, mantendo-se entre 40°C e 60°C.

O sistema hidráulico da máquina de injeção é o responsável por fazer a abertura do molde, acionar os pinos ejetores e movimentar a rosca.

É através do sistema de controle onde é possível definir os padrões a serem utilizados em cada processo de acordo com a geometria da peça e as características do material a ser utilizado na mesma. O mesmo ainda propicia a uniformidade e a repetibilidade durante a utilização do maquinário [89].

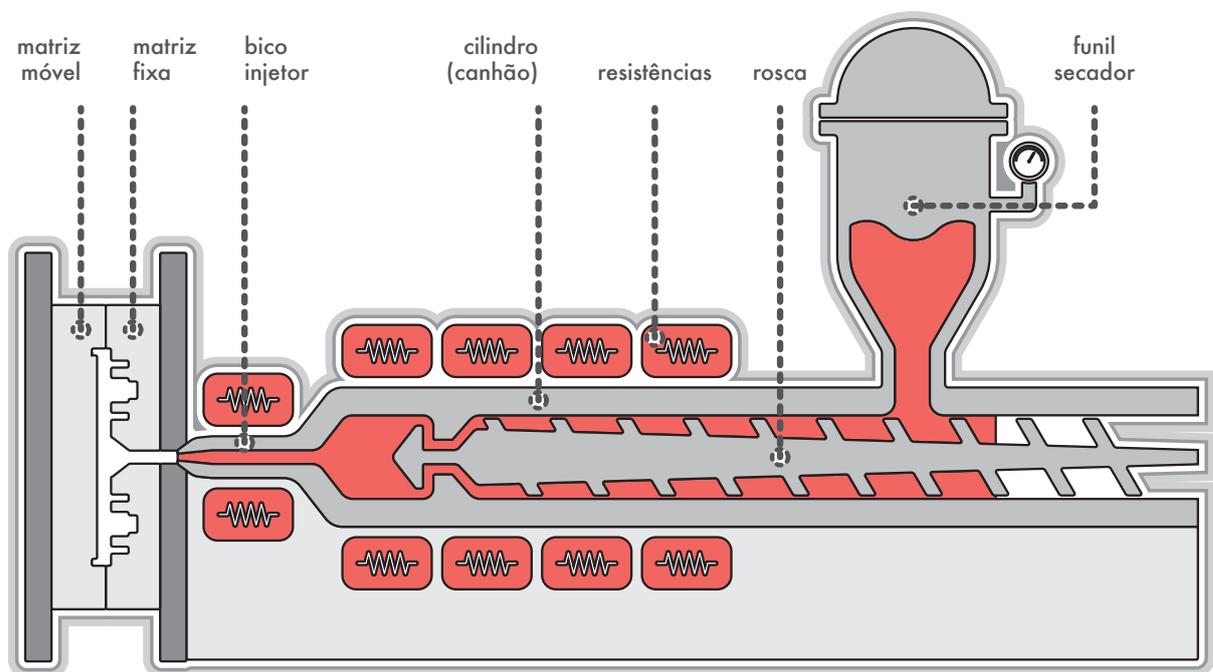


figura 154 - Esquema mostrando a tecnologia de injeção de plásticos. Elaboração própria

•Extrusão de Plásticos

O processo de extrusão de substratos plásticos se dá através de uma estrutura muito semelhante ao do processo de injeção de plásticos. O cilindro é dividido igualmente em três zonas, alimentação, compressão e dosagem e o abastecimento também é feito através de um funil ou do funil secador.

Uma das diferenças desse processo com o de injeção, é que no outro, a rosca, além de movimentar o material através da rotação dos sulcos, se move para frente, causando um aumento da pressão para a injeção do material no interior da matriz.

No processo de extrusão, a pressão presente ocorre apenas pela diminuição dos sulcos da rosca e do constante fluxo de material. Isso se dá pois nesse processo, a formação da peça é constante e ocorre pela passagem do material em estado fundido, após a passagem pelo canhão, por uma matriz.

Além disso, para a extrusão de mangueiras e perfis flexíveis, é possível observar o resfriamento do material pela passagem do mesmo, após extrudado, por um banho de água, sem fazer a utilização de calibradores.

Para a composição do duto plástico da passagem elétrica e do duto plástico da cinta de fixação, foi escolhido o PVC, por ser um material de extrema versatilidade e através do uso de aditivos, ser obtido o material com as características adequadas ao projeto e aos requisitos citados anteriormente [91].

•PVC

O PVC, também conhecido como Policloreto de Vinila, é um dos plásticos mais versáteis que existem devido a necessidade de aditivos para a formulação da resina. Esses aditivos podem atribuir a esse material as mais variadas características, possibilitando que, de acordo com as suas necessidades, essa resina seja formulada para contemplar os requisitos.

Por ser um material completamente atóxico e inerte, quando combinado com aditivos com as mesmas características, é possível se obter substratos que podem ser utilizados na produção de embalagens de produtos alimentícios, brinquedos e equipamentos voltados para a medicina.

Esse material plástico pode ser observado em quase todos os nichos, podendo constituir equipamentos utilizados na engenharia civil, tal como canos para a parte hidráulica e conduítes, passando pelo campo do entretenimento, na fabricação de brinquedos e chegando à moda, fazendo parte de sapatos, bolsas e peças de roupa.

Outro fator notável é que ele é um termoplástico, podendo ser aquecido, moldado, modificado e manter a nova estrutura que lhe foi atribuída. O mesmo ainda pode ser empregado na produção de inúmeras formas diferentes compreendendo os mais variados métodos de produção, podendo ser injetado, espalmado, calandrado, laminado, extrudado e etc.

A aplicação desse material dentro do projeto se dá de forma extrudada, como descrito anteriormente e na fabricação dos dois dutos plásticos responsáveis pela passagem de componentes elétricos.

Por se tratar de itens que ficam expostos ao ambiente externo, ao clima e aos raios UV foi preciso procurar aditivos que conferissem propriedades resistente a

degradação fotoquímica e ao intemperismo. A solução observada para tal problema foi a utilização de pigmento para alcançar o resultado desejado. Foi possível observar duas alternativas:

- O Dióxido de Titânio(TiO_2), é o pigmento branco mais difundido e utilizado nas indústrias onde o plástico é a matéria prima. Esse componente é capaz de conferir um acabamento branco brilhante devido ao seu alto grau de espelhamento da luz visível. O ponto fraco desse aditivo é que o titânio é um metal altamente reativo sendo empregado em substâncias com propriedades catalisadoras em diferentes reações químicas. Por causa desse fator, ele pode ser o pivô de reações de oxidação de polímeros, isso quando exposto aos fatores climáticos. Para que essa desvantagem seja combatida, é possível fazer com que o pigmento se torne inerte, tratando a superfície das partículas do mesmo com tratamentos inorgânicos. Os mais comuns são a Sílica(SiO_2) e/ou Alumina(Al_2O_3). Esses tratamentos fazem com que o Dióxido de Titânio fique isolado do polímero.

- O Negro de Fumo é a segunda alternativa observada para tratar a degradação causada pelos raios UV e o intemperismo. Esse nome é a denominação coloquial para uma série de materiais compostos de carbono, finamente selecionados, resultado de queimas controladas de hidrocarbonetos aromáticos. Esse pigmento tem uma grande aplicação como agente de reforço nas borrachas.

Outros aditivos observados foram os biocidas. Esse componente tem como característica o combate à proliferação de micro-organismos, tal como bactérias e fungos. Eles são divididos baseados no grupo a qual reagem; os bacteriostáticos, bactericidas, fungistáticos, fungicidas, e algicidas. A aplicação principal desse aditivo se dá em resinas de PVC com características flexíveis, pois o plastificante e o óleo de soja epoxidado, em algumas conjunturas, podem servir como alimento para as colônias de micro-organismos, favorecendo assim a proliferação de formas de vida nocivas à árvore.

Ainda foram estudados os retardantes de chamas, que funcionam diminuindo a chance do aparecimento de um foco de chama e a velocidade da queima do material, permitindo um tempo maior de reação, caso o sistema entre em colapso.

A resina de PVC tem como característica a sua rigidez. Porém, para se obter objetos com a vantagem desse plástico, mas com propriedades flexíveis, é possível a utilização de aditivos denominados plastificantes. A utilização desses componentes complementares é dividida em duas formas diferentes que alteram a quantidade que pode ser utilizada: os plastificantes primários são os que possuem alta compatibilidade com o PVC, permitindo a utilização de altas concentrações. A gelificação da resina final ocorre rapidamente e não há a necessidade de misturá-los com outros plastificantes. Já os secundários, possuem boa compatibilidade com o PVC, porém precisam ser utilizados em concentrações menores e misturados com os plastificantes primários. A utilização desse se dá para a obtenção de características específicas ou para abaratar o custo da produção das peças finais.

Por causa de sua versatilidade, o PVC foi escolhido como matéria prima de quase todos os itens não metálicos, devido à sua grande capacidade de se adaptar às necessidades e requisitos do produto final.

Para o refletor da luminária, o PVC espelhado foi escolhido, com aditivos que lhe conferissem uma boa flexibilidade da luz, resistência à temperatura e tratamentos anti-chamas. Por mais que o sistema de LED não aqueça de forma exagerada, é preciso prevenir a expansão de eventuais acidentes que possam ocorrer, tal como um curto circuito ou um mal funcionamento de origem desconhecida.

Aditivo	Efeito na formulação
Agentes de expansão	Formação de estrutura celular, com conseqüente redução de densidade.
Antibloqueios	Redução da aderência entre camadas de filmes de PVC.
Antiestáticos	Redução da tendência de formação de cargas estáticas superficiais.
Antifogging(tensoativos)	Redução da tendência de embaçamento em filmes de PVC decorrentes da condensação de umidade ou vapor.
Biocidas	Redução da tendência de formação de colônias de fungos e bactérias em aplicações flexíveis.
Cargas	Redução de custos e alteração de propriedades mecânicas, térmicas e dielétricas.
Deslizantes(slip)	Redução do coeficiente de atrito entre camadas de filmes de PVC.
Desmoldantes	Redução da tendência de adesão às paredes dos moldes.
Espessantes	Aumento da viscosidade do plastisol.
Estabilizantes	Inibição das reações de degradação pelo calor, luz e agentes oxidantes.
Lubrificantes	Lubrificação interna e/ou externa, com conseqüente redução da fricção durante o processamento.
Modificadores de fluxo	Alteração do comportamento de fluxo durante o processamento.
Modificadores de impacto	Aumento da resistência ao impacto.
Pigmentos	Modificação da aparência.
Plasticantes	Modificação da dureza e da flexibilidade.
Redutores de viscosidade	Redução de viscosidade de pastas.
Retardantes de chama	Modificação das características de inflamabilidade.
Solventes	Formação de soluções com o PVC.

figura 155 - Esquema mostrando os ativos e seus efeitos no PVC. Elaboração própria.

Tanto os grampos de fixação do duto elétrico na árvore, quanto os grampos para a passagem dos fios dentro dos braços de ligação também são fabricados de PVC com cargas para lhe conferir características mecânicas flexíveis de acordo com a deformação adequada para o correto funcionamento do item. Ainda lhes confere resistência, principalmente no grampo que fixa o duto na árvore, contra impactos e ações mecânicas imprevisíveis. Esses dois itens também precisam apresentar propriedades que dificultam a passagem de corrente elétrica, evitando a ocorrência de acidentes no sistema ou com os pedestres.

Outra peça fabricada pelo processo de injeção de plásticos, com PVC, é a base da fixação secundária. Os pinos rosqueáveis, possuem em suas extremidades, na parte posterior do corpo principal, estruturas que auxiliam na aderência desses itens com o súber. Essas peças precisam apresentar características parcialmente elásticas permitindo a sua aderência ao caule da árvore, porém resistentes o suficiente para suportar o peso do sistema. Ainda é necessário a utilização de aditivos biocidas para evitar o aparecimento de fungos na parte traseira da peça e não promover ataques microbióticos a esse organismo.

Os fixadores presentes no interior da luminária, responsáveis pela imobilização do painel de proteção e do refletor do LED é outro item fabricado em PVC Injetado. Essa peça precisa apresentar resistência mecânica, já que é de sua responsabilidade a aplicação de pressão para a manutenção da fixação de outros componentes.

A mesma ainda precisa ser resistente a temperaturas elevadas, dificultando a degradação do material recorrente de possíveis temperaturas acima do comum em casos emergenciais.

Quando não for utilizado o duto para a passagem de componentes elétricos entre diferentes dispositivos, é utilizada a Vedação da Fixação. Tal peça possui formato similar ao do duto plástico, também de PVC. Diferente do tubo que serve para a transmissão da corrente elétrica, essa peça é fabricada pelo processo de injeção de PVC, e esse plástico deve apresentar resistência aos raios UV, intemperismo e propriedades parcialmente plásticas, permitindo sua adequação as travas do sistema de fixação primária. Agentes biocidas também são utilizados nessa peça para afastar fungos e outros micro-organismos que podem danificar o sistema.

Para a entrada do fio que vem da passagem elétrica fixada na árvore, foi elaborado um sistema que deve ser capaz de se deformar para permitir a passagem do componente elétrico sem deixar brechas para a entrada de água, insetos, e outros fatores danosos. Para tal, é feito o uso de plastificantes para alternar a dureza e permitir um material mais flexível. Ainda é necessária a utilização de aditivos biocidas, para que assim como a Vedação da Cinta 1(um) e 2(dois), não propicie o aparecimento de fungos e bactérias que podem prejudicar a saúde da árvore.

Finalmente, a cinta de metal irá se sobrepor nos dois lados da fixação. Porém, o alumínio não confere vedação eficiente por si só. Para aumentar a aderência entre as duas partes da cinta metálica, foi elaborada uma peça com a mesma furação presente no duto e na parte metálica que ficará entre as duas camadas, aumentando a vedação e funcionando como fixador durante o processo de instalação. A Vedação da Cinta 2 tem que conter biocidas para impedir a entrada e proliferação de micro-organismos assim como a Vedação da cinta 1.

O fator que também influenciou na escolha desse material como protagonista das peças não metálicas do sistema, é o fato de ser reciclável. Seria um tanto quanto esquisito, para não dizer hipócrita, fazer um projeto que tem como intenção não agredir as árvores, sem considerar a natureza como um todo. Esse fator viabiliza a substituição dos componentes danificados durante o transporte, instalação e até mesmo o funcionamento, sem fazer um uso irresponsável dos recursos naturais mais do que já é feito [90].

•Policarbonato

Para o painel de proteção da luminária, era preciso empregar algum material que fosse resistente o suficiente para não sucumbir aos eventuais impactos causados por aves, animais silvestres e humanos, e ainda permitisse a passagem do fluxo luminoso sem prejudicar a qualidade da luz emitida pela fonte.

Os policarbonatos foram escolhidos para a fabricação desse item devido a sua semelhança visual com o vidro, porém com alta resistência a impactos. Por ser um termoplástico, essa matéria prima permite que o substrato seja conformado para alcançar a forma desejável.

A peça final apresentará as características do material, tal como boa resistência às intempéries, resistente a oxidação(não causando o amarelamento do material ao longo do tempo), consegue suportar alguns ataques químicos e resistência térmica.

Esse material ainda apresenta características de resistência a chamas, contribuindo no controle em caso de eventual falha e é reciclável, ajudando a manter o projeto sustentável.

O painel de proteção pode ser fabricados a partir de chapas de policarbonato conformado com o uso de calor devido à geometria extremamente simples desse item. E ainda é possível atribuir propriedades superficiais que propiciem uma melhor difusão da luz através do jateamento com partículas abrasivas. Visto em [92] e [93].

Conclusão

Durante todo o processo de elaboração e projeto do produto final resultante da pesquisa foi possível observar uma grande dificuldade de empregar o material adequado se baseando em todos os requisitos que foram impostos, principalmente durante a fase de reunião e análise de dados.

Por se tratar de um ser vivo, projetar algo que fosse ficar fixado na árvore constantemente foi um desafio. Pesquisas e mais pesquisas permitiram perceber as limitações e necessidades que seriam atribuídas ao sistema obtido no final do processo. Uma vez que, mesmo que lentamente, o caule da árvore continua em constante crescimento, é necessário que a fixação do sistema seja regulada anualmente. Uma alternativa a esse fator seriam cintas expansivas, porém não foi encontrada nenhuma forma segura de aplicar as mesmas. Perante ao alto nível de vandalismo, eventuais choques entre veículos e árvores e possíveis tempestades, a alternativa mais segura encontrada para uma fixação efetiva foi a da cinta metálica.

Com o avançar do projeto, foi possível observar também a maturidade tecnológica e técnica para a instalação desses sistemas. Se comparado com os primórdios da iluminação pública, quando todos os postes tinham que ser acendidos e apagados diariamente, como se qualifica a necessidade de regulagem da cinta anualmente ou até sazonalmente? Qual é a maturidade do conhecimento e do funcionamento do item de forma técnica? Será que no início da utilização de postes metálicos, não foram observados erros de instalação e aplicação no projeto? Essas perguntas serviram para entender que alguns problemas apareceriam com testes rigorosos de qualidade perante o Inmetro e utilização diária.

O projeto se dedicou a encontrar formas de fixação adequadas e seguras para cada elemento exposto. Por esse motivo, a fixação do dispositivo com parafusos poderia representar riscos a saúde da árvore devido a necessidade de furos profundos para suportar o peso do sistema. No mesmo passo, foi observado, que o duto para a passagem dos componentes elétricos pela árvore, não teria o mesmo peso estrutural e não ficaria exposto ao *stress* constante que a peça responsável pela emissão de luz ficaria. Sabendo disso, a fixação do duto deveria ser pontual, permitindo o livre crescimento do tronco da árvore.

Sabendo que o crescimento do ser vivo, que funciona como suporte para esse projeto, se dá de forma irregular, foi pensado no maior número de ajustes possíveis sem prejudicar a estrutura do dispositivo.

O produto resultante do estudo e execução desse projeto é uma luminária que elimina a necessidade dos postes metálicos, substituindo os mesmos por árvores. A ampla aplicação desse projeto, pode criar um mercado para a venda de árvores com características ideais para a instalação do sistema e que se encontram na fase da vida ideal para minimizar efeitos danosos ao sistema e ao ajusta do fluxo luminoso.

A aplicação desse produto não é limitado a um ambiente ou situação. A luminária ainda pode ser instalada em estacionamentos, parques industriais, partes internas de condomínios residenciais ou empresariais e etc. Onde houver a necessidade de iluminação para o trânsito de pedestres, o sistema pode ser uma boa escolha. Por conta das árvores, a sombra é mantida durante o dia, minimizando a incidência direta dos raios solares sobre calçadas e asfalto, reduzindo a quantidade

de calor absorvida pela superfície e dissipada no ambiente. Durante a noite, com os sistemas, é feita a correta iluminação aumentando a percepção de segurança e podendo gerar um aumento da utilização dos espaços urbanos durante o período da noite.



figura 156 - Imagem mostrando a aplicação em uma área urbana residencial. Elaboração própria.

Bibliografia

Fontes da Internet

- [01] – Óleo de baleia:
<http://ndonline.com.br/florianopolis/noticias/abate-de-baleias-para-extracao-do-oleo-ocorreu-ate-1960-em-praias-de-florianopolis>
- [02] – História da iluminação pública:
<http://www.seaerj.org.br/pdf/Historiadalluminacao.pdf>
- [03] – Iluminação pública:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Ilumina%C3%A7%C3%A3o_p%C3%BAblica
- [04] – Iluminação pública no Brasil:
<http://escolakids.uol.com.br/historia-da-iluminacao-publica-no-brasil.htm>
- [05] – História da iluminação pública:
<http://newlightdesign.blogspot.com.br/>

Sobre iluminação

- [06] – Sobre lâmpadas:
<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=1172&sid=9>
- [07] – Lâmpada incandescente:
<https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funciona-uma-lampada-incandescente/>
- [08] – Lâmpada incandescente:
http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia2000/turmaA/grupo6/lampadas_incandescentes.htm
- [09] – Lâmpada incandescente:
https://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%A2mpada_incandescente
- [10] – Lâmpada fluorescente:
https://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%A2mpada_fluorescente
- [11] – Sobre lâmpadas:
<http://www.apliquimbrasilrecycle.com.br/saibamais/sobrelampadas>
- [12] – Lâmpada fluorescente:
http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia2000/turmaA/grupo6/lampadas_fluorescentes.htm

- [13] – Lâmpadas fluorescentes:
<http://mundoestranho.abril.com.br/tecnologia/como-funciona-a-lampada-fluorescente/>
- [14] – Lâmpada vapor de sódio de alta pressão:
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/87173/203097.pdf?sequence=1>
- [15] – Lâmpada vapor de sódio:
https://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%A2mpada_de_vapor_de_s%C3%B3dio
- [16] – Sobre lâmpadas:
http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/L%E2mpadas/Fontes_Lumin.pdf
- [17] – Lâmpada vapor de sódio:
<https://cdpena5431.wordpress.com/2012/07/17/como-funciona-a-lampada-de-vapor-de-sodio/>
- [18] – Lâmpada vapor de sódio de baixa pressão:
<http://iluminacao.awardspace.com/lampadas/vsdp.html>
- [19] – Sobre lâmpadas:
<https://pt.slideshare.net/TamaraBelli/lmpada-de-vapor-de-sdio>
- [20] – Sobre lâmpadas:
https://www.mundodaeletrica.com.br/lampadas_descarga_alta_pressao/
- [21] – Led:
<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/dicasemail/led/dica36.htm>
- [22] – Diodo emissor de luz:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz
- [23] – Led:
<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/como-funciona/733-como-funcionam-os-leds-art096>
- [24] – Led:
<http://www.infoescola.com/eletronica/led-diodo-emissor-de-luz/>
- [25] – História do led:
http://www.ehow.com.br/funcionam-lampadas-led-como_76051/
- [26] – Led:
<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/lampadas-led-o-que-sao/>
- [27] – Led:
<https://www.tecmundo.com.br/led/34046-por-que-uma-lampada-de-led-e-mais-economica-.htm>
- [28] – Led:
<http://ecolmeia.org.br/lampadas-led-vantagens-e-desvantagens/>
- [29] – Lâmpadas de led:
http://www.lightingnow.com.br/cursos/leds/modulo_03.pdf

- [30] – Luminotécnica:
<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgiplIAK/cap-tulo-i-conceitos-luminotecnia-l-ompadas-lumin-irias>
- [31] – Luminotécnicas:
<http://www.empalux.com.br/?a1=l>
- [32] – História do led:
<http://www.golden.blog.br/historia-led/>
- [33] – Temperatura da cor:
<http://www.philips.com.br/c-m-li/advice-on-lighting-ideas/light-bulb-color-temperature>
- [34] – Lâmpada vapor de mercúrio 400w Philips HPL-N:
http://www.lighting.philips.com.br/prof/lampadas-convencionais/descarga-de-alta-intensidade/hpl-mercurio-de-alta-pressao/hpl-n/928053507495_EU/product
- [35] – Lâmpada incandescente Philips 200w STD-127V200
http://www.gmr.com.br/catalogo_ello/pdf/philips.pdf
- [36] – Lâmpada Naville LED CREE® EXL1006/350 350w:
<http://www.lojajl.com/produto/329/240288/luminaria-publica-led-cree-exl-1006350-350w-33591lm-alto-desempenho-e-eficiencia-equivalente1000w.aspx>
- [37] – Lâmpada sódio alta pressão 400w Osram Vialox NAV-E super 4y:
<https://goo.gl/7YO342>
- [38] – Lâmpada vapores metálicos 400w Osram HQI-T 400/D PRO:
<http://www.lojaeletrica.com.br/lampada-vapor-metalico-400w-hqi-t-ndl-e40-5200k-osram,product,2351602710070,dept,O.aspx>
- [39] – Lâmpada fluorescente Llum FL100B16:
http://www.bronzearte.com.br/marketing/catalogos/CATALOGO_LAMPADA_2016.pdf
- [40] – Lâmpada luz mista 500w Osram HWL:
<https://goo.gl/Xll3YM>

Sobre as árvores

- [41] – Sobre madeira:
<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/introducaomadeira.pdf>
- [42] – Fases da vida de uma árvore:
<http://mundoestranho.abril.com.br/ambiente/como-nascem-crescem-vivem-e-morrem-as-arvores/>
- [43] – Sobre árvores:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81rvore>
- [44] – Sobre meristema apical:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Meristema_apical
- [45] – Sobre crescimento monopodial:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Crescimento_monopodial

- [46] – Sobre ritidoma:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ritidoma>
- [47] – Sobre plantas vasculares:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Planta_vascular
- [48] – Sobre periderme:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Periderme>
- [49] – Sobre madeiras:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Madeira>
- [50] – Idade e crescimento das árvores:
http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/10018/1/LIVRO_IdadeCrescimentodasArvores.pdf
- [51] – Sobre a coifa:
[https://pt.wikipedia.org/wiki/Coifa_\(biologia\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Coifa_(biologia))
- [52] – Morfologia Vegetal:
http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Morfofisiologia_vegetal/morfovegetal2.php
- [53] – Sobre raiz:
<http://www.geocities.ws/investigandoociencia/raizes.htm>
- [54] – Sobre raiz:
http://ambientes.ambientebrasil.com.br/educacao/arvore_educacional/arvore_educacional_-_raiz.html
- [55] – Sobre raiz:
<http://www.coladaweb.com/biologia/botanica/estudo-das-raizes>
- [56] – Morfologia Vegetal:
<http://www.ebc.com.br/infantil/voce-sabia/2012/09/voce-sabe-quais-sao-as-partes-da-planta>
- [57] – Morfologia Vegetal:
<http://www.mundobiologia.com/2014/04/as-partes-das-plantas-e-suas-funcoes.html>
- [58] – Morfologia Vegetal:
http://www.arvoresbrasil.com.br/?pg=arvore_definicao
- [59] – Plantas e seus hormônios:
<http://www.fisiologiavegetal.ufc.br/APOSTILA/REGULADORES.pdf>
- [60] – Morfologia Vegetal:
<http://biologia.ifsc.usp.br/bio3/outros/O2-Morfologia.pdf>
- [61] – Iluminação para árvores:
<http://www.cast-lighting.com/landscape-articles/best-practices-in-landscape-lighting-tree-light-mounting-and-wiring>
- [62] – Sono das árvores:
<https://www.newscientist.com/article/2088833-trees-seen-resting-branches-while-asleep-for-the-first-time/>

Sobre a poluição noturna

- [63] – Mapa da poluição noturna:
<http://cires.colorado.edu/artificial-sky>
- [64] – Ofuscamento do céu noturno:
<https://www.dailydot.com/debug/milky-way-light-pollution/>
- [65] – Poluição do céu noturno e a saúde:
<http://darksky.org/light-pollution/human-health/>
- [66] – Poluição noturna e a observação de estrelas:
<https://canaltech.com.br/noticia/curiosidades/estudo-revela-como-a-poluicao-lumino-sa-afeta-a-nossa-observacao-do-ceu-noturno-69803/>

Sobre o LED

- [67] – Vídeo sobre LED:
<https://www.youtube.com/watch?v=z779LjAm6I>
- [68] – Vídeo sobre LED:
<https://www.youtube.com/watch?v=IZiB9rLTSRo>
- [69] – Floodlight:
<http://www.lightandgear.com.au/Liko-50w-3000K-5700K-High-Output-COB-LED-Floodlight-with-Inbuilt-Driver>
- [70] – Led e seu futuro:
<http://luxreview.com/article/2015/08/the-future-is-bright-for-leds>
- [71] – Arquitetura inteligente e led:
<https://www.greenbiz.com/blog/2012/08/14/bright-idea-how-led-technology-key-future-smart-buildings>
- [72] – Oleds:
<http://energyandcarbon.com/why-the-future-of-lighting-may-not-belong-to-leds/>
- [73] – Todd Langille:
<http://toddlangille.com/led-roadway-lighting-photo-shoot/>
- [74] – Sobre led:
<http://www.ciralight.com/blog/the-future-of-led-lighting-and-its-potential-risks>
- [75] – Tipos de led:
<http://www.comofazerascosas.com.br/led-o-que-e-para-que-serve-tipos-e-como-funciona.html>
- [76] – Tipos de led:
<http://www.menoswattios.com/tipos-de-led.html>
- [77] – Tipos de led:
<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-led/>

[78] – O que é um led?:
<http://www.uniled.com.br/o-que-e-led/>

Sobre elétrica

[79] – Diferença entre corrente alternada e corrente direta:
<http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/diferencas-entre-corrente-alternada-ac-e-corrente-direta-dc/812>

[80] – Fita isolante de alta tensão:
<https://www.santil.com.br/produto/1613429/fita-isolante-alta-fusao-com-10-metros-h-0002185603-23br-3m>

Sobre materiais

[81] – Sobre aço:
<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/sub-segmento/classes-de-aco-inoxidavel/>

[82] – Silicone anti-slip:
https://www.bluestarsilicones.com/EN/Our_offer/KEC/Pages/CaseStudies/Silicone-Anti-Slip.aspx?zone=EMEA

[83] – Parafuso modelo para fixar na árvore:
<http://www.reipar.com.br/parafuso-auto-atarraxante-cabeca-panela-philips-a2.php>

[84] – Tipos de parafuso para colocar na árvore:
<http://homeguides.sfgate.com/can-hammer-nail-tree-84956.html>

[85] – Injeção de alumínio:
<http://www.ferrari.ind.br/novidades/Como-se-injeta-Aluminio/1>

[86] – Injeção de alumínio:
<http://www.moldmetal.com.br/injecao.php>

[87] – Injeção de alumínio:
<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABqxAAC/injecao-aluminio-p-3>

[88] – Injeção de alumínio:
<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM233/Press%E3o/Introdu%E7%E3o%20FUNDI%C7%-C3O%20SOB%20PRESS%C3O.pdf>

[89] – Injeção de plásticos:
<http://www.tudosobreplasticos.com/processo/injecao.asp>

[90] – Tudo sobre pvc:
http://www.jovemparceiro.com.br/Portal/Principal/Arquivos/Download/Upload/Tecnologia%20do%20PVC%202a%20edi%C3%A7%C3%A3o_22.pdf

[91] – Extrusão de plásticos:
<http://www.tudosobreplasticos.com/processo/extrusao.asp>

[92] – Conceitos básicos de plásticos:
http://file.abiplast.org.br/download/links/links%202014/materiais_plasticos_para_site_vf_2.pdf

- [93] – Sobre policarbonatos:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Policarbonato>
- [94] – Reciclagem de alumínio:
<http://www.abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/>
- [95] – Corte longitudinal:
<http://www.shockmetais.com.br/fitas>
- [96] – Estampagem:
http://www.eterfs.com.br/material/mecanica/apostila_de_estampo_fatec-220813-2.pdf
- [97] – Anodização:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Anodiza%C3%A7%C3%A3o>
- [98] – Extrusão:
<http://www.infoescola.com/engenharia/extrusao/>
- [99] – Aço inoxidável:
https://pt.wikipedia.org/wiki/A%C3%A7o_inoxid%C3%A1vel
- [100] – Ligas de alumínio:
<http://www.almeidametais.com.br/produtos.php>
- [101] – Tipos de matriz:
<http://www.moldesinjecaoplasticos.com.br/classificacao.asp>
- [102] – Termoplásticos:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Termopl%C3%A1stico>
- [103] – Ligas de alumínio:
<http://www.tratho.com.br/pdf/Alum%EDnio.pdf>
- [104] – Ligas de alumínio:
<http://www.almeidametais.com.br/produtos.php>
- [105] – Puncionamento:
<http://elfer.com.br/site/tecnologia/processos/puncionamento/>
- [106] – Moldes de injeção:
<http://www.moldesinjecaoplasticos.com.br/classificacao.asp>
- [107] – Tipos de plásticos:
<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/44-guia-da-reciclagem/706-conheca-os-tipos-de-plastico.html>
- [108] – Injeção de plásticos:
<http://injecaoeplasticos.com.br/blog/injecao-de-plasticos/>
- [109] – Cobertura protetora com termoplástico:
<http://www.asia-diecasting.com/post-treatment/powder-coating-of-die-casting.html>

Led no Brasil

- [110] – Segurança e iluminação:
<http://www.tribunadabahia.com.br/2013/10/04/nova-iluminacao-na-calcada-aumenta-sensacao-de-seguranca-dos-moradores>
- [111] – Led aplicado em Niterói:
<http://blog.felipepeixoto.com.br/lampadas-de-led-um-sistema-de-iluminacao-especial-para-as-calcadas-de-niteroi/2012/10/>

Outros

- [112] – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101: Iluminação Pública – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2012. 35 p.
- [113] – LANGILLE, Todd. **LED Roadway Lighting Photo Shoot**. 2015. Disponível em: <<http://toddlangille.com/led-roadway-lighting-photo-shoot/>>. Acesso em: 13 dez. 2016.
- [114] – COMPANHIA ENERGÉTICA DE GOIÁS. **NTC 14: Critérios de Projetos de Iluminação Pública**. Goiás, 2006. 34 p. Disponível em: <<https://www.celg.com.br/arquivos/>>. Acesso em: 21 jan. 2017.
- [115] – RIO DE JANEIRO. Delson Luiz M. de Queiroz. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. **Inventário da Cobertura Arbórea da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2015. 232 p. Disponível em: <www.rio.rj.gov.br/web/smac>. Acesso em: 4 nov. 2016.
- [116] – COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (Brasil). **Manual de Iluminação Pública**. Paraná, 2012. 44 p. Disponível em: <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Iluminacao%20Publica/Manuais/manual_de_iluminacao_publica_copel_companhia_paranaense_de_energia.pdf, <http://>>. Acesso em: 25 set. 2016.
- [117] – PIATTI, Tania Maria; RODRIGUES, Reinaldo Augusto Ferreira. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**. Maceió: EDUFAL, 2005. 51 p. (Conversando sobre Ciências em Alagoas).
- [118] – COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **ND-3.4: Projetos de Iluminação Pública**. Belo Horizonte, 2012. 64 p. Disponível em: <<http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/documents/nd-3-4p.pdf>, <http://>>. Acesso em: 19 set. 2016.
- [119] – COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **PTD-00.007: ESTRUTURAS PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA COM CABOS COBERTOS FIXADOS EM ESPAÇADORES APRESENTAÇÃO**. Rio Grande do Sul, 2012. 52 p. Disponível em: <<http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/Archives/Upload/PTD-00.007 Estruturas para redes de distribuição aérea urbanas e rurais com cabos>>. Acesso em: 21 fev. 2017.
- [120] – FIGUEIREDO, Helder de. **FÍSICA: DIFERENÇAS ENTRE CORRENTE ALTERNADA (AC) E CORRENTE DIRETA (DC)**. 2011. Disponível em: <<http://pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/diferencas-entre-corrente-alternada-ac-e-corrente-direta-dc/812>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

- [121] – Sexto sentido:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Sexto_sentido
- [122] – Taxa de Iluminação Pública:
<http://servicos.celpe.com.br/poder-publico/Pages/cobranca-da-taxe-iluminacao-publica.aspx>
- [123] – Taxa de Iluminação Pública:
<http://visao.sapo.pt/ambiente/cidadeseconsumo/as-vantagens-e-desvantagens-das-lampadas-led=f710735>