

PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS BIM DE ELEMENTOS PADRONIZADOS DE ARQUITETURA DO METRÔ-SP

ANTONIO IVO DE BARROS MAINARDI NETO
BENEDITO TADEU DE SOUZA
JOÃO CARLOS SANTOS TAQUEDA
MICHELLE NAKAZATO MIKARO
THAÍS MITIE SHIGUEMATSU BISPO
WAGNER DEL CARLO



A EVOLUÇÃO PASSA POR AQUI

APRESENTADORES

- Antonio Ivo de Barros Mainardi Neto

Arquiteto e Urbanista graduado pela Belas Artes de São Paulo, Mestre pela Escola Politécnica da USP e professor de pós-graduação. Integrante do GT-BIM e Diretor da AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. Integrante e Relator do GT BIM para Infraestrutura da CEE-134 Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção da ABNT.

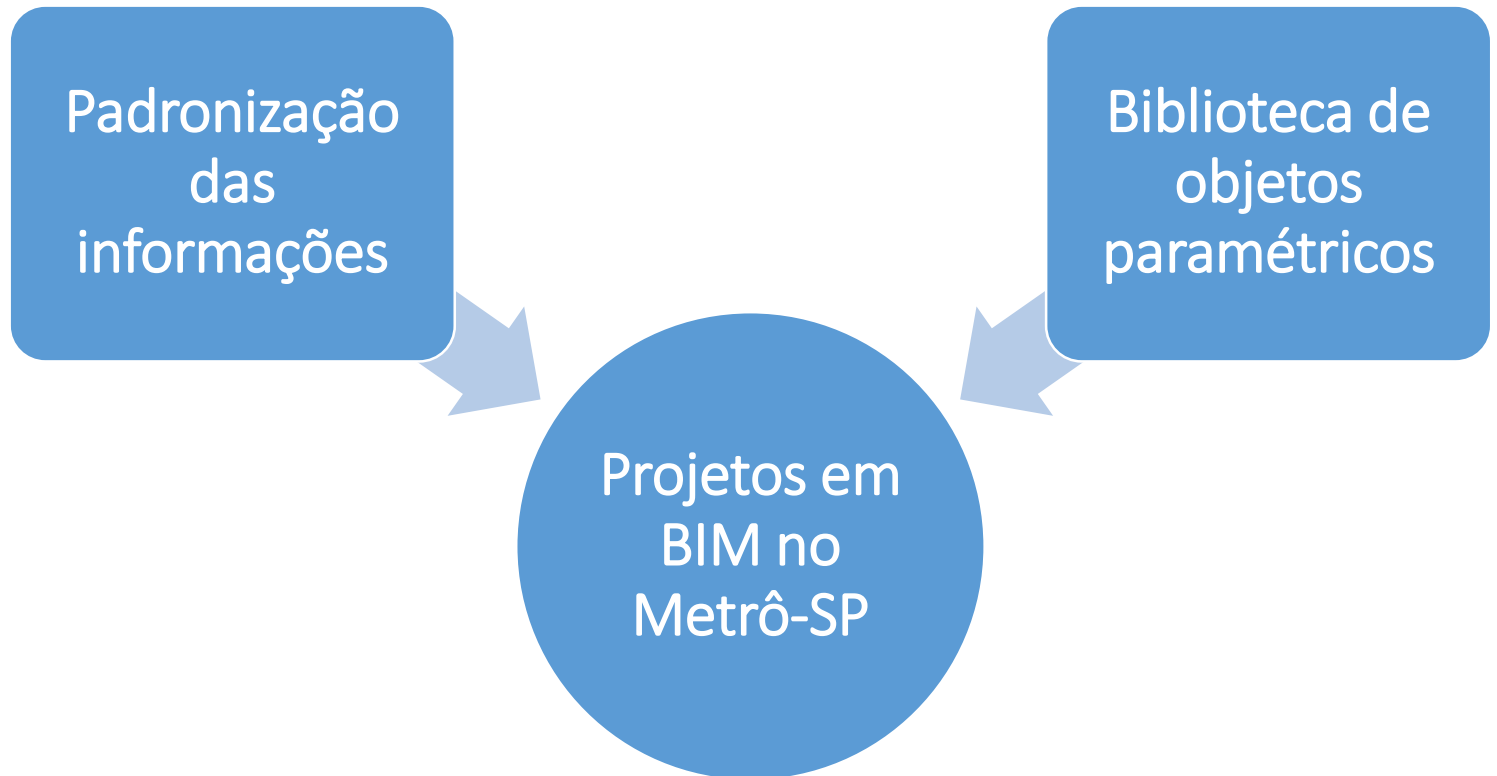
- João Carlos Santos Taqueda

Arquiteto e Urbanista graduado pela FAU-USP em 2000 e Mestre pela mesma instituição em 2015. Atuou na gestão de projetos e obras de diversos programas nos setores público e privado. É arquiteto no Departamento de Concepção de Projetos Básicos de Arquitetura do Metrô de São Paulo.

ASSUNTOS ABORDADOS

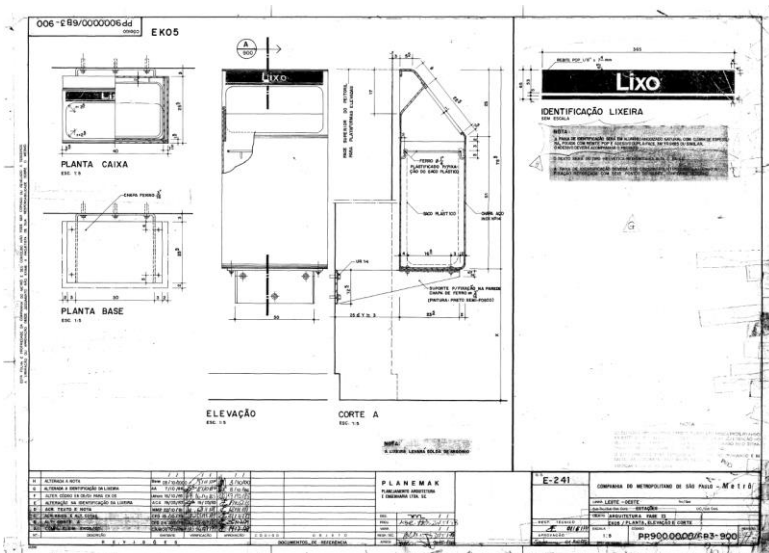
- Capacitação, testes e diagnósticos
- Simulação de cenários
- Produção e validação dos objetos
- Definição de padrões para informações contidas nos objetos
- Desafios, riscos, aprendizados e benefícios

INTRODUÇÃO



PROJETO PADRÃO -> OBJETO BIM

Projeto padrão de uma lixeira



Building
INFORMATION
Modeling

Objeto BIM de uma lixeira



Projetos Padrão (PP's) - desenhos onde são especificados e detalhados os elementos de arquitetura, com desenvolvimento de soluções padronizadas de projeto

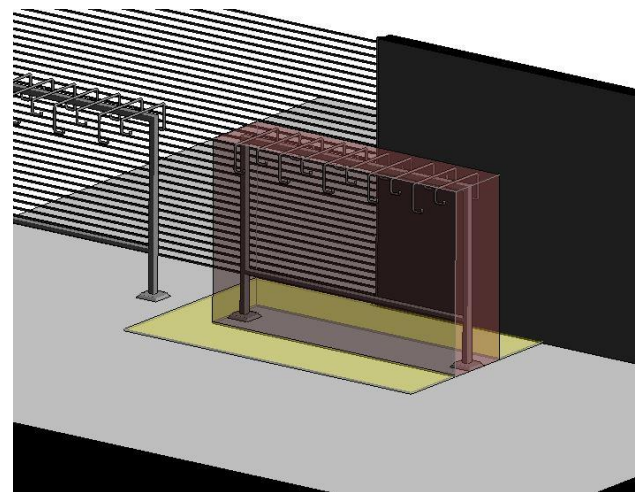
Objeto BIM – modelo que incorpora as informações do PP adequadas a cada etapa do empreendimento como parâmetros

OBJETO BIM

Usos

- Planejamento
- Quantitativo
- Análise visual
- Análise de espaços
- Orçamentação

<Tabela de guarda-corpo>					
A	B	C	D	E	F
Código da tabela 2	Codigo_metro_arq	Descricao_metro_arq	Material_principal	Tipo	Comprimento
E2 11	2C 04 08 02 00 00	- lateral para escada - fixação em parede	Aço Inox Escovad	EE321_B	9.376
2C 04 08 02 00 00	E3 53	"pega-mão" curvo para escada marinho - fixação piso	Ferro Galvaniza	EE142_D1_r1	
2C 04 08 02 00 00	E3 54	"pega-mão" curvo para escada marinho - fixação parede	Ferro Galvaniza	EE142_D2_r1	
2C 04 08 02 00 00	E3 51	"pega mão" reto para escada-marinho - grande	Ferro Galvaniza	EE251_r1	
2C 04 08 02 00 00	E3 51	"pega mão" reto para escada-marinho - grande	Ferro Galvaniza	EE251_r1	
2C 04 08 02 00 00	E3 52	"pega-mão" reto para escada marinho - pequeno	Ferro Galvaniza	EE263_r1	
2C 04 08 02 00 00	E3 52	"pega-mão" reto para escada marinho - pequeno	Ferro Galvaniza	EE263_r1	
E2 11	2C 04 08 02 00 00	lateral para escada	Aço Inox Escovad	EE321_A	12.770
2C 04 08 02 00 00	E1 11	- Lateral para rampa - fixação em parede - 1 altura	Aço Inox Escovad	EE318-base	8.253
2C 04 08 02 00 00	E1 11	- Lateral para rampa - fixação em parede - 1 altura	Aço Inox Escovad	EE318-topo	8.253
2C 04 08 02 00 00	E1 11	- Lateral para rampa - fixação em parede - 1 altura	Aço Inox Escovad	EE318-patamar	0.862
2C 04 08 02 00 00	E1 11	- Lateral para rampa - fixação em parede - 1 altura		EE318-inteiro	8.253
			Aço-carbono pi	EE349-inclinado	15.691
			Aço-carbono pi	EE349-plano-1	6.700
			Aço-carbono pi	EE349-plano-2	7.020
E7 01	2C 04 08 00 00 00	Produto para proteção de circulação	Aço-carbono G	EE234_r2_pos_validacao	
E7 01	2C 04 08 00 00 00	Produto para proteção de circulação	Aço-carbono G	EE234_r2_pos_validacao	
- de aço carbono pi	2C 04 08 02 00 00	E2:02	Aço-carbono Galv	EE348	12.098
- de aço carbono pi	2C 04 08 02 00 00	E2:02	Aço-carbono Galv	EE348	8.154
2C 04 08 01 00 00	E6:41	- eletrofundido de ferro pintado removível		EE279-1	11.038
2C 04 08 01 00 00	E6:41	- eletrofundido de ferro pintado removível		EE279-0	16.000
2C 01 08 05 00 00	G1 01	- tipo "Parque", fixado no chão com escoramento	Aço Galvanizad	EE326 - com dobra	22.000
2C 01 08 05 00 00	G1 01	Cerca	Aço Galvanizad	EE326 - sem dobra	22.000
2C 01 08 05 00 00	G1 01	- tipo "Parque", fixado no chão com escoramento	Aço Galvanizad	EE326 - com dobra	8.600



Fonte: Metrô de São Paulo

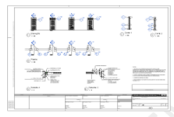

OBJETO BIM

Diretrizes e Requisitos

- Manual de Diretrizes
- Catálogos
- Normas Técnicas
- Instruções de Projeto
- Especificações Técnicas
- Templates
- Biblioteca de materiais

METRÔ INSTRUMENTO NORMATIVO		CONTINUAÇÃO		Página
MAN 10-20X	00	Manual de Diretrizes para Objetos BIM		2/29
Sumário				
1	INTRODUÇÃO			4
2	DEFINIÇÕES			4
2.1	MATERIAIS			4
2.2	FAMÍLIA ANINHADA			4
3	CONCEITOS GERAIS			4
4	PRODUTOS			4
4.1	PROJETO DE OBJETO BIM - O.B.			4
4.2	COLETÂNEA DE OBJETOS			6
4.3	FOLHAS			6
4.4	FICHA DE CATALOGAÇÃO			6
4.6	COMPLEMENTARES			6
6	DIRETRIZES GERAIS			7
6.1	FUNCIONALIDADE			7
6.2	DOCUMENTAÇÃO E FICHA			7
6.3	CLASSIFICAÇÃO			7
6.3.1	Código Metrô			7
6.3.2	Classificação ABNT NBR 15965			7
6.4	NOMENCLATURA			8
6.4.1	Do Objeto			8
6.4.2	Do Parâmetros			9
6.4.3	Do Coleções			9
6.4.4	Do Materiais			10
6.4.5	Do Objeto para o Autodesk Revit			10
6.6	PARÂMETROS			12
6.6.1	Parâmetros Básicos			12
6.6.2	Parâmetros no Autodesk Revit			12
6.6	CONEXÕES			13
6.7	GEOMETRIA			13
6.7.1	Objeto			14
6.8	SOBRE AS ETAPAS E SEUS NÍVEIS			14
6	OBJETOS PARA O AUTODESK REVIT			14
6.1	TEMPLATE OU MODELO			14
6.2	CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS			14
6.3	ORGANIZAÇÃO DOS PARÂMETROS			16
6.4	DICA DE FERRAMENTA (TOOL/TIP)			16
6.6	PARÂMETROS COMPARTILHADOS			17

METRÔ INSTRUMENTO NORMATIVO		CONTINUAÇÃO		Página
MAN 10-20X	00	Manual de Diretrizes para Objetos BIM		3/29
6.6	MATERIAIS			18
6.7	HOSPEDADORES E RELAÇÃO COM OUTROS OBJETOS			19
6.7.1	Porta, Janela e Abertura em parede			19
6.8	DEFINIÇÃO DE TIPOS E INSTÂNCIA			20
6.9	ANINHAMENTO			21
6.10	RESTRIÇÃO			22
6.11	GABARITO			23
6.12	DESEMPENHO DO OBJETO			23
6.13	PLANOS DE REFERÊNCIA			24
6.14	ARQUIVO DE PROJETO DE OBJETO - O.B.			24
6.15	ARQUIVO DE COLETÂNEA DE OBJETOS			24
6.16	REPRESENTAÇÕES ID.			25
6.17	NÍVEIS DE DETALHE E VISIBILIDADE			26
6.18	DETALHAMENTO E ESPECIFICAÇÕES			26
6.19	EXPORTAÇÕES			26
6.19.1	Arquivo DWG			26
6.19.2	Arquivo IFC			26
6.19.3	Arquivos DWG e PDF			26
7	DIRETRIZES ESPECÍFICAS POR DISCIPLINA			26
7.1	ARQUITETURA			27
7.1.1	Identificadores de tipo			27
7.2	PAISAGISMO			27
7.3	COMUNICAÇÃO VISUAL			29
7.4	ESTRUTURA DE CONCRETO			29
7.6	ESTRUTURA METÁLICA			29
7.6	HIDRÁULICA			29
7.7	SISTEMAS			29
A.	ANEXO: FICHA DO OBJETO			29

METRÔ INSTRUMENTO NORMATIVO		CONTINUAÇÃO		Página
MAN 10-20X	00	Manual de Diretrizes para Objetos BIM		6/29
Figura 3 Folha extraída do OB				
				
4.4	FICHA DE CATALOGAÇÃO			
Cada OB deve estar acompanhado da Ficha de catalogação contendo as informações para o seu registro. A ficha e seu preenchimento devem seguir os modelos do Metrô.				
4.5	COMPLEMENTARES			
Para o correto uso do OB, ou para que possibilite uma prática com maior eficiência, pode-se utilizar outros arquivos que complementem o OB. Estes arquivos devem acompanhar o arquivo principal do OB e ser registrados no sistema de gestão de documentos.				
Um exemplo deste tipo de arquivo complementar são os parâmetros compartilhados para uso no Autodesk Revit. Estes arquivos são em extensão .txt e servem para registro e como base de registro e base de parâmetros que serão utilizados em mais de um objeto.				
Figura 4 Visualização do conteúdo de um arquivo .txt de parâmetros compartilhados no Autodesk Revit				
				

METRÔ INSTRUMENTO NORMATIVO		CONTINUAÇÃO		Página
MAN 10-20X	00	Manual de Diretrizes para Objetos BIM		22/29
Figura 12 Representação do funcionamento de aninhamento				
				
6.10	RESTRIÇÃO			
O Autodesk Revit não possui um recurso que limite os valores dos parâmetros para os desejados. Para possibilitar isto, evitando usos incorretos no projeto, deve-se adicionar o elemento de restrição. Este elemento é visual e, portanto, durante o desenvolvimento do projeto, ele surgirá quando o valor do objeto estiver fora do desejado, servindo como um aviso.				
O símbolo de restrição é próximo a um símbolo de advertência, como visto no exemplo abaixo. Sua visibilidade deverá ser definida pela criação de um parâmetro associado, o qual será ativado sempre que qualquer uma das restrições geométricas não for cumprida pelo usuário. As restrições do objeto devem estar descritas na Dica de Ferramenta (tool/tip) do parâmetro.				
Figura 13 Exemplo da visualização de Restrição				
				
Deve-se utilizar a família de restrição fornecida pelo Metrô, com a opção "Compartilhado" acionada, permitindo que independente da categoria do objeto, a configuração deste elemento se mantenha a mesma no projeto. A representação gráfica deste elemento composto de linhas 3D tem a seguinte configuração:				

PESQUISA

Estudos de caso

- FDE
- CPTM
- Brasoftware

Padrões existentes

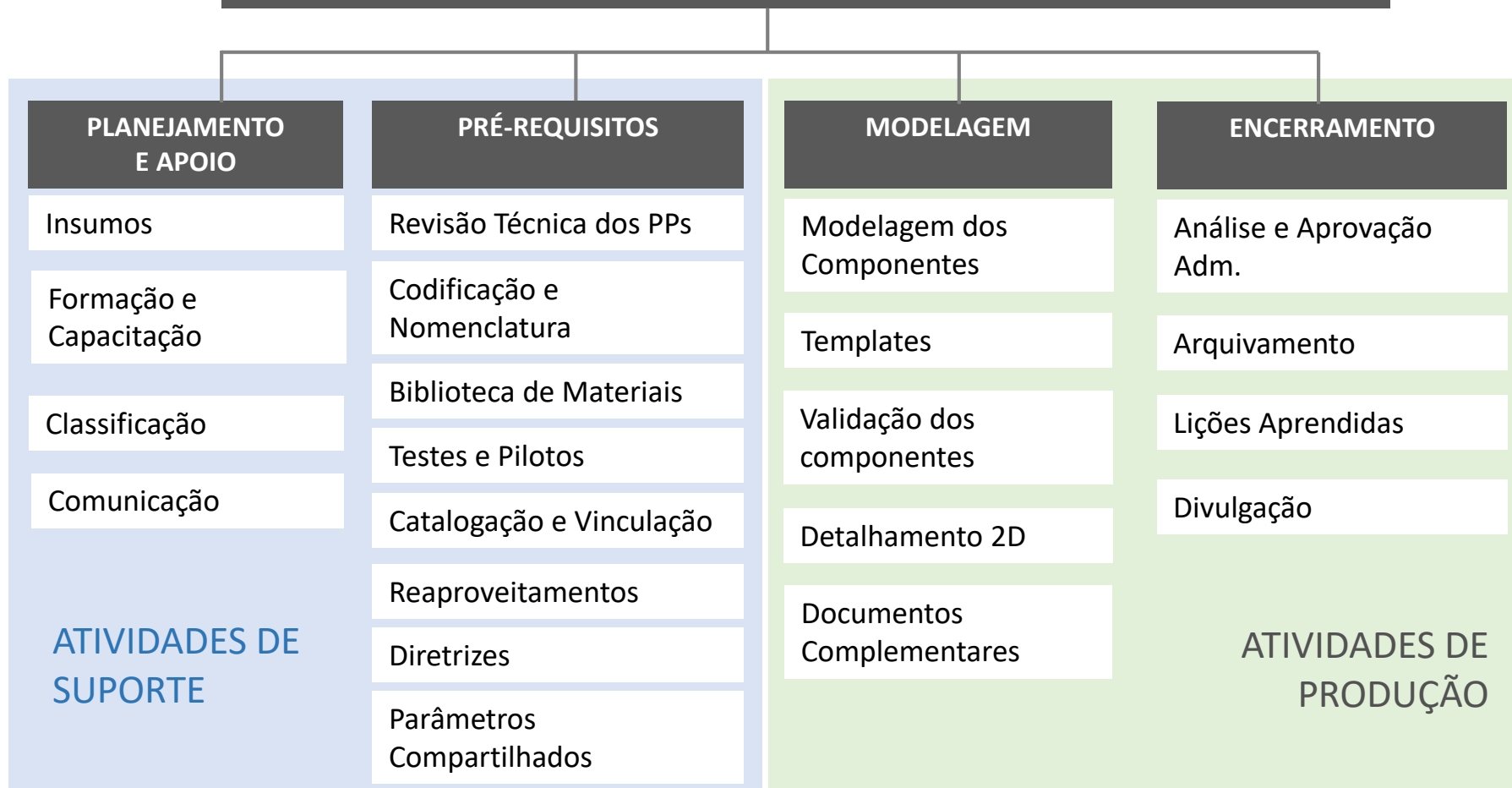
- Sistema de Classificação ABNT para a Construção Civil
- ABDI (Biblioteca Nacional BIM)

Comitês técnicos

- ABNT/CEE-134 - Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção

EAP DO PROCESSO

BIBLIOTECA DE OBJETOS PARAMÉTRICOS DE ARQUITETURA



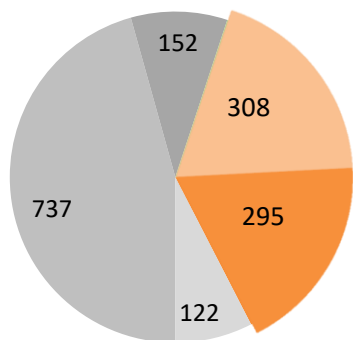
- Início: 2016 (GPR/DPA)
- Equipe: 4 pessoas
- Processos prévios: planejamento inicial, capacitação e diagnóstico dos elementos padrão

Fonte: Metrô de São Paulo

DIAGNÓSTICO

Total de elementos: 1614

FREQUÊNCIAS DE USO

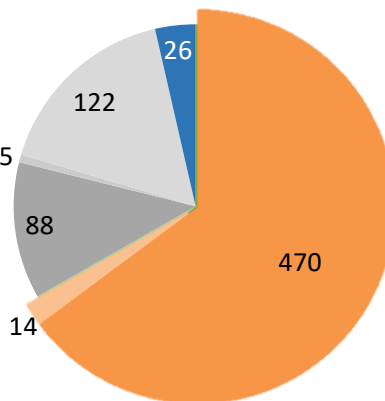


- Em desuso
- Elementos para consulta¹
- Utilizado ocasionalmente
- Frequentemente utilizado
- Sem classificação de uso

603
mais
utilizados



TIPOS DE FAMÍLIA

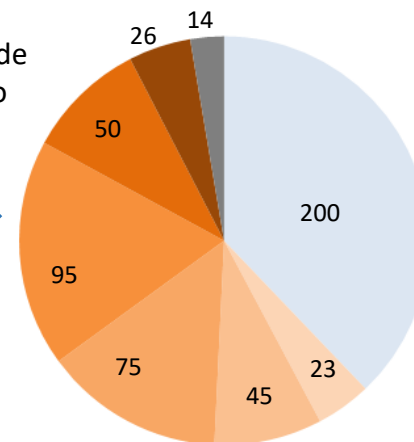


- Famílias de modelo genérico
- Famílias de modelo de parede cortina
- Famílias de sistema
- Elementos que não serão modelados
- Sem classificação de uso
- Sem classificação de tipo

484
famílias de
modelo



COMPLEXIDADES



- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Sem classificação de tipo
- Sem classificação de uso

Nota:

¹ Elementos para consulta são aqueles que não são mais especificados em projeto, porém têm seus projetos-padrão vigentes para eventual consulta em caso de manutenção ou substituição por equipes das áreas de operação e manutenção do Metrô.

Fonte: Metrô de São Paulo

ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Salvamento Automático Índice_geral_elementos_R2.xlsx - Modo de Exibição Protegido - Excel JOAO CARLOS SANTOS TAQUEDA

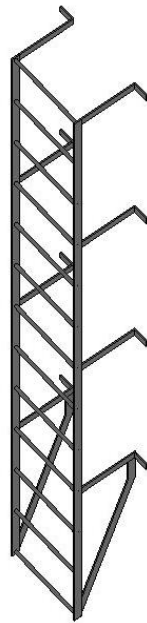
Arquivo Página Inicial Inserir Layout da Página Fórmulas Dados Revisão Exibir Ajuda Diga-me o que você deseja fazer

Q12 =SE(ENÚM(PROCV(SA12;BASE1\$B:\$L;9;FALSO))=FALSO;"X")

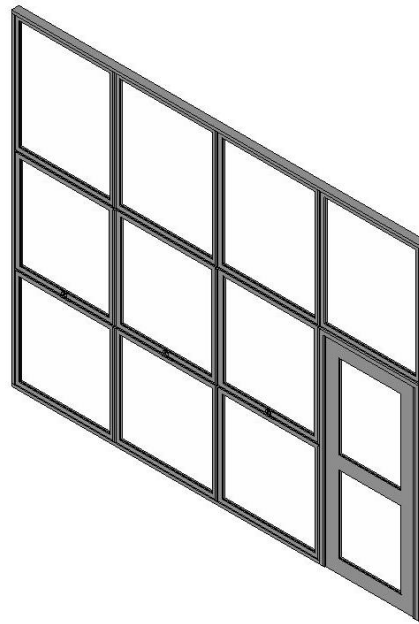
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

TIPOS DE FAMÍLIA

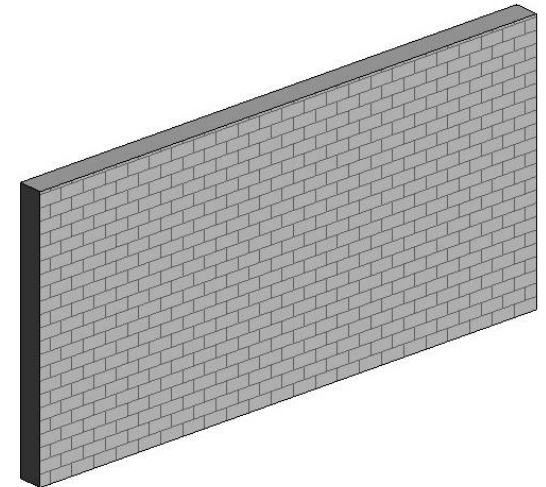
FAMÍLIA DE
MODELO



FAMÍLIA DE MODELO
DE PAREDE CORTINA

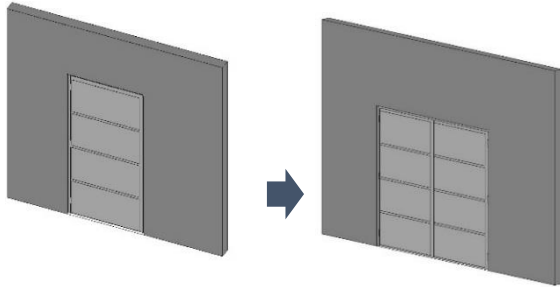


FAMÍLIA DE
SISTEMA



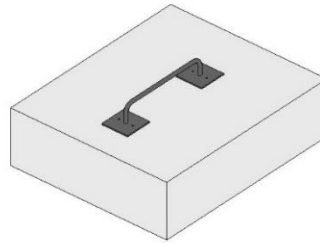
COMPLEXIDADES

0 – Derivado de outro



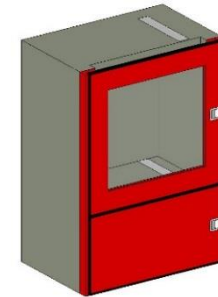
200 elementos

1 - Sem parâmetros variáveis e com geometria simples



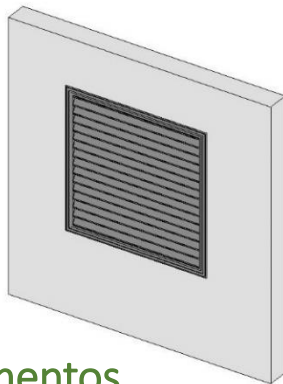
23 elementos

2 - Sem parâmetros variáveis e com geometria complexa



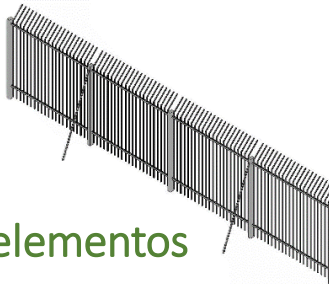
45 elementos

3 - Com parâmetros geométricos variáveis



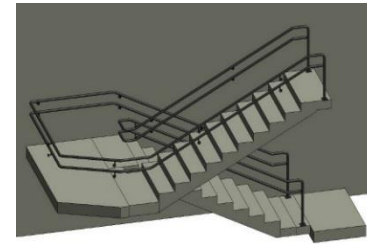
75 elementos

4 - Com parâmetros geométricos variáveis e modulação de subcomponentes



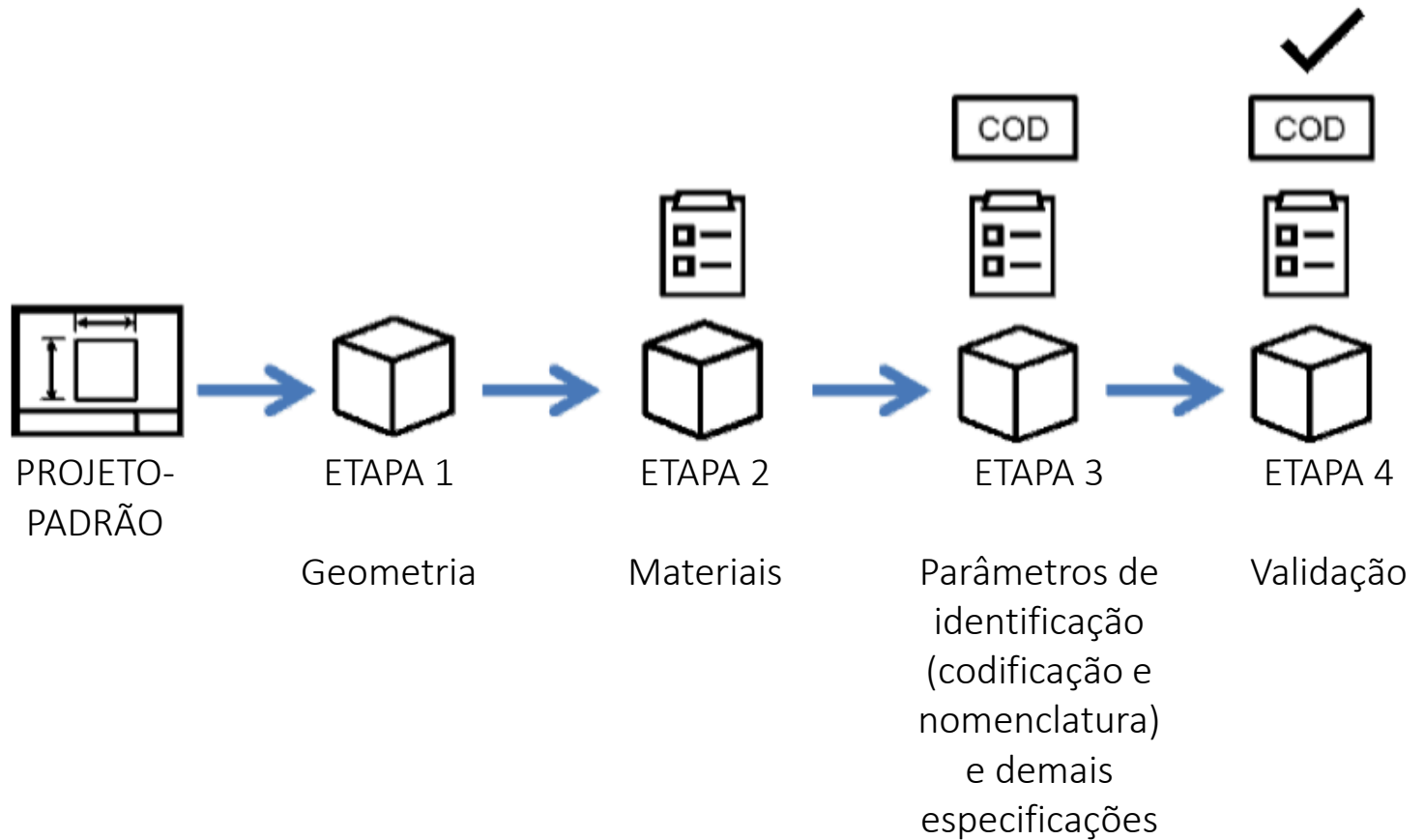
95 elementos

5 - Com parâmetros geométricos variáveis e dependentes dos parâmetros do hospedeiro



50 elementos

CICLO DE MODELAGEM



RISCOS IDENTIFICADOS

- Descontinuidade do cronograma
- Impossibilidade de utilização imediata de toda a biblioteca
- Dificuldade de adaptação em virtude da mudança de cultura, processos (2D para BIM) e operação nos novos softwares
- Falta de expertise para manutenção e revisão do acervo

GESTÃO DA BIBLIOTECA

Modelagem dos
PP's existentes

Contratação
específica
de objetos

Produção
interna

Manutenção dos
Projetos de Objeto
BIM

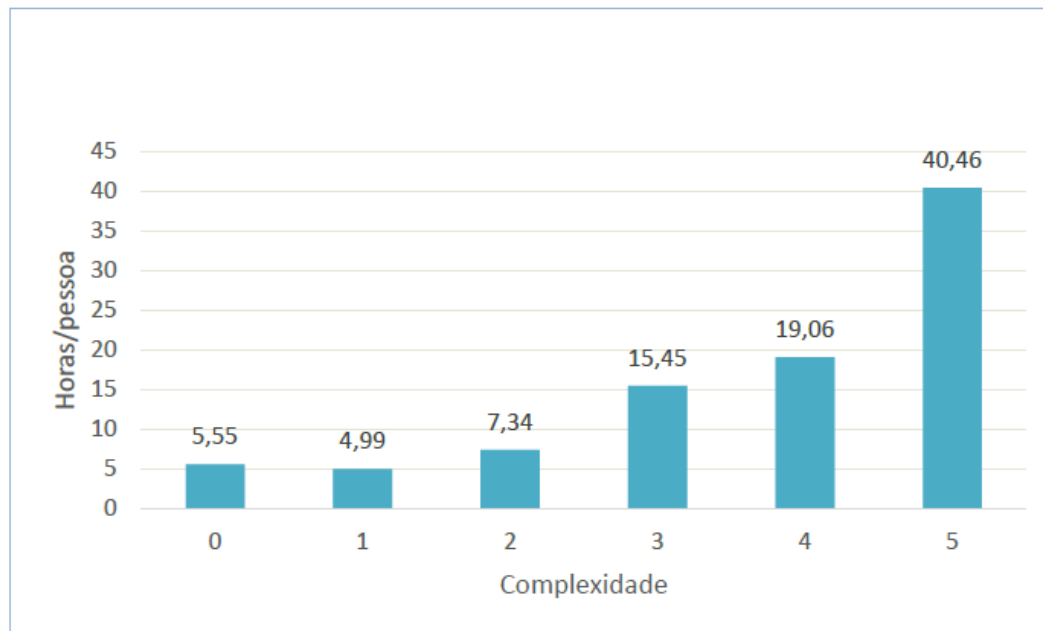
Produção interna

Modelagem de
objetos novos ou
especiais

Aquisição de objetos a
partir de novos projetos

CENÁRIOS x TEMPO

Tempos médios estimados por complexidade do objeto em produção interna



Fonte: Metrô de São Paulo

Dois cenários para desenvolvimento dos objetos:

Produção interna
equipe do Metrô

Produção externa
equipe especializada contratada

TEMPO TOTAL POR CENÁRIO

Tempo total estimado para cada cenário de produção

GRAU DE COMPLEXIDADE	NÚMERO DE FAMÍLIAS	TEMPO TOTAL (HORAS)	
		METRÔ	EMPRESA CONTRATADA
1	23	155,33	59,50
2	45	401,36	194,00
3	75	1.258,19	482,00
4	95	1.907,86	820,00
5	50	1.856,15	630,00
0	200	1.594,58	518,00
Famílias sem classificação	40	567,71	168,00
TOTAIS		7.741,18	2.871,50

Fonte: Metrô de São Paulo

COMPARATIVO ENTRE CENÁRIOS

	Vantagens	Desvantagens
Metrô	<ul style="list-style-type: none">• Recursos humanos e materiais já incorporados• Produção e capacitação da equipe em concomitância• Redução parcial do cronograma (ausência de contratação)	<ul style="list-style-type: none">• Maior tempo total de produção dos objetos• Descontinuidade do cronograma em virtude de demandas do departamento
Empresa contratada	<ul style="list-style-type: none">• Menor tempo total de produção dos objetos• Maior flexibilidade no arranjo de equipe• Otimização da operabilidade de hardware e software	<ul style="list-style-type: none">• Custo extra com contratação• Alguns pré-requisitos não podem ser desenvolvidos por contratada• Impacto no cronograma devido ao processo de contratação

Fonte: Metrô de São Paulo

ORGANIZAÇÃO EM PACOTES

Pacote 1

- Período: Junho a Outubro de 2017
- 34 objetos paramétricos
- 236 horas apropriadas = 2 meses (considerando somente modelagem e validação)
- Pontos críticos: impacto do tempo de revisão técnica dos PP's e baixa maturidade em modelagem

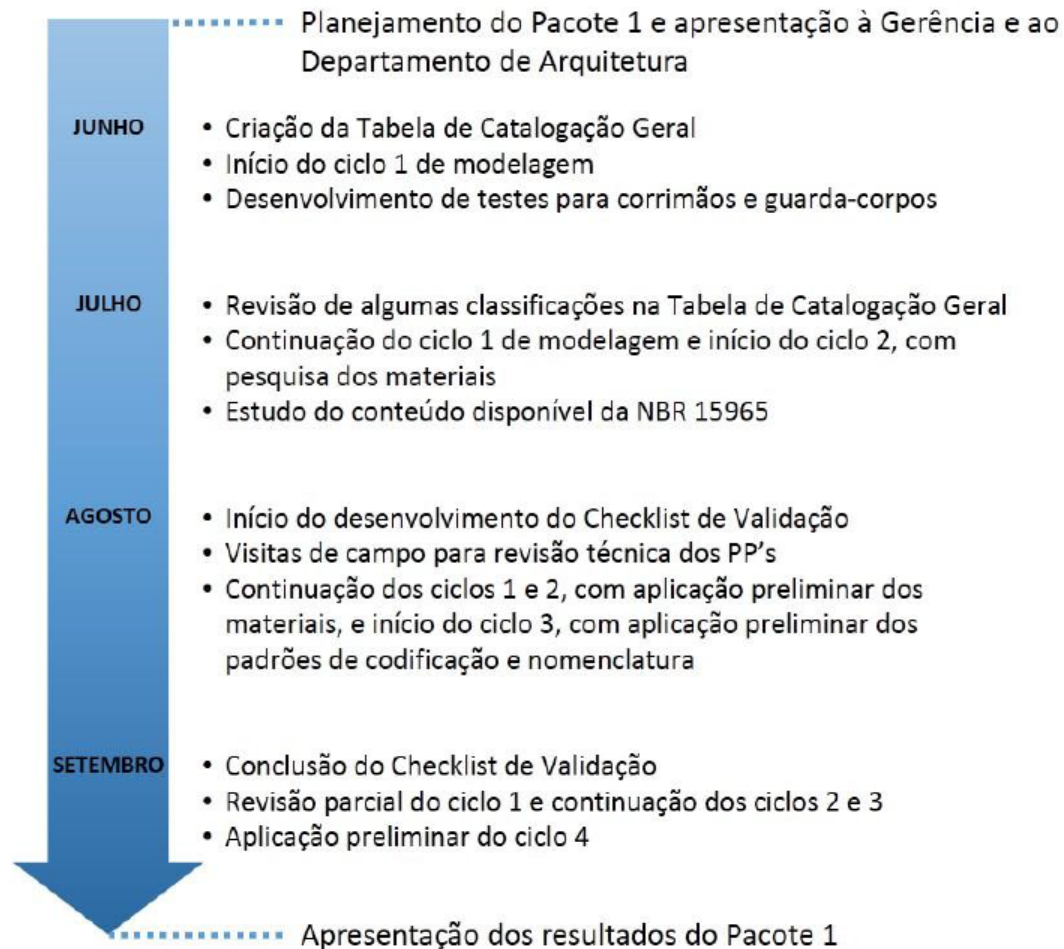
Pacote 2

- Período: Dezembro/2017 - atual
- 75 objetos paramétricos*
- 186 horas apropriadas = 1 mês (considerando somente modelagem e validação)
- Pontos críticos: necessidade de definição de diretrizes e requisitos para os objetos e intensificação das atividades externas a este projeto

* 21 destes já foram modelados e 54 objetos estão em processo de modelagem

CRONOGRAMA – Pacote 1

Cronograma de desenvolvimento das atividades do Pacote 1



Ao longo do processo, foram realizadas reuniões de equipe e consultas aos demais técnicos da Coordenação de Acabamento e Comunicação Visual, às Gerências de obra e a normas técnicas.

Fonte: Metrô de São Paulo

ORGANIZAÇÃO EM PACOTES

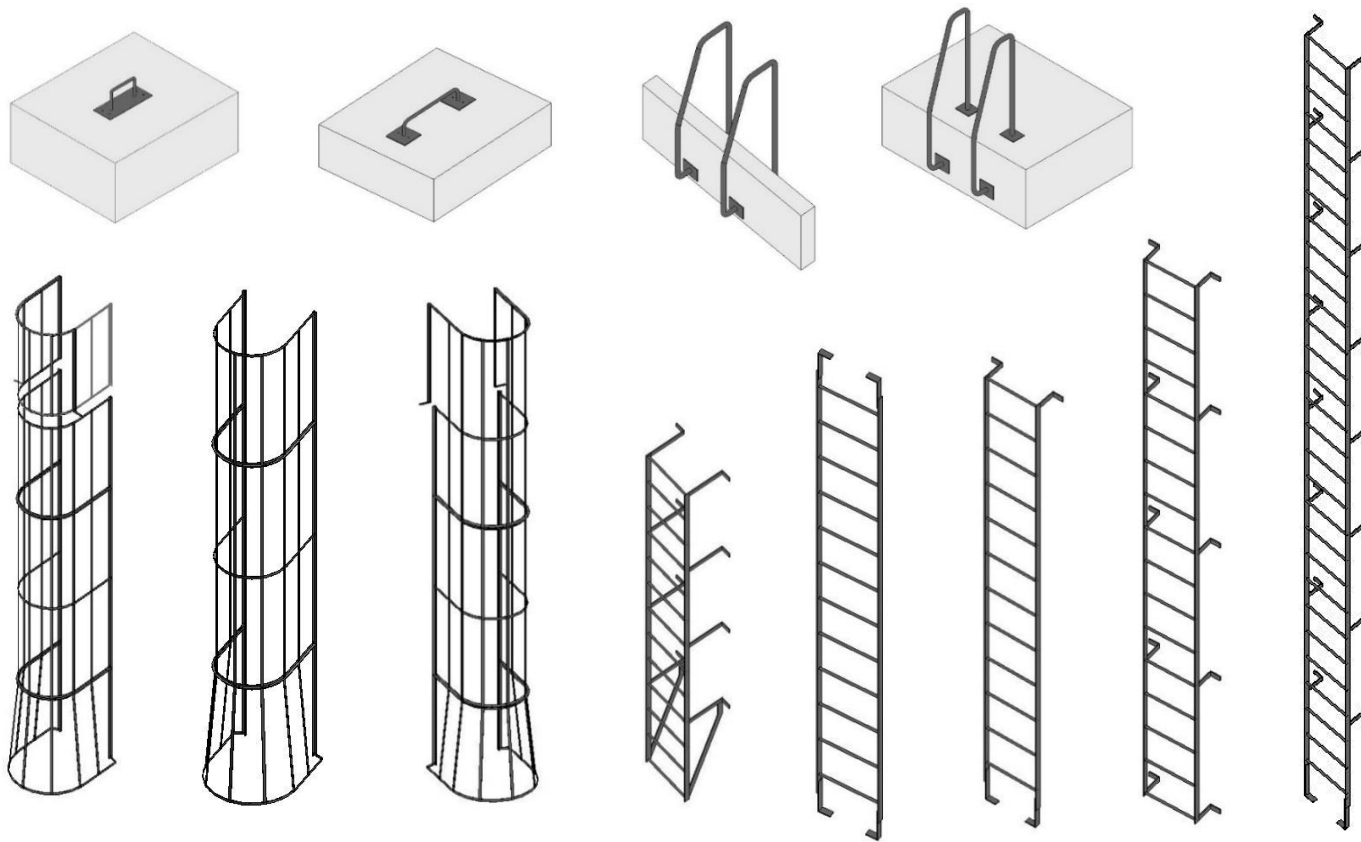
Projeções para disponibilização de uma Biblioteca parcial



*para aplicação em contratos de projetos preliminares e básicos de estação, pátios de manobra e poços de ventilação

COLETÂNEA DE OBJETOS

Escadas marinheiro e complementos

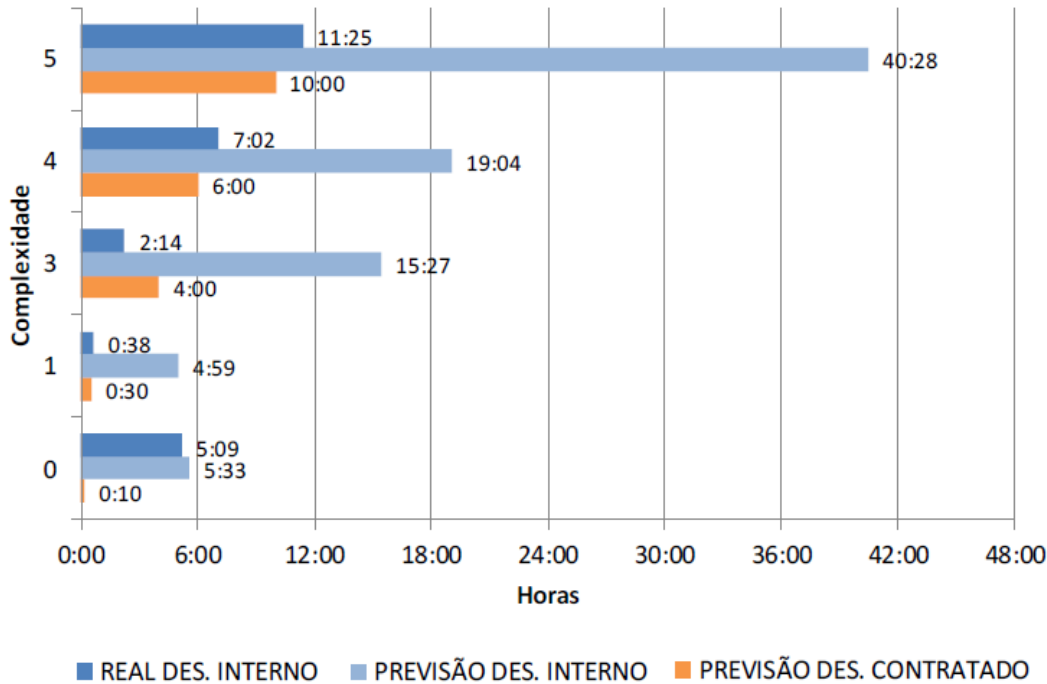


Fonte: Metrô de São Paulo

- Elementos construtivos externos
- Vegetação
- Comunicação visual
- Iluminação
- Alvenaria e elementos divisórios
- Acabamentos de parede
- Acabamentos de teto e forros
- Acabamentos de piso
- Gradis e portões
- Portas
- Nichos e complementos
- Janelas
- **Circulação**
- Mobiliário e equipamentos
- Peças e acessórios sanitários

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Tempos médios de modelagem por complexidade

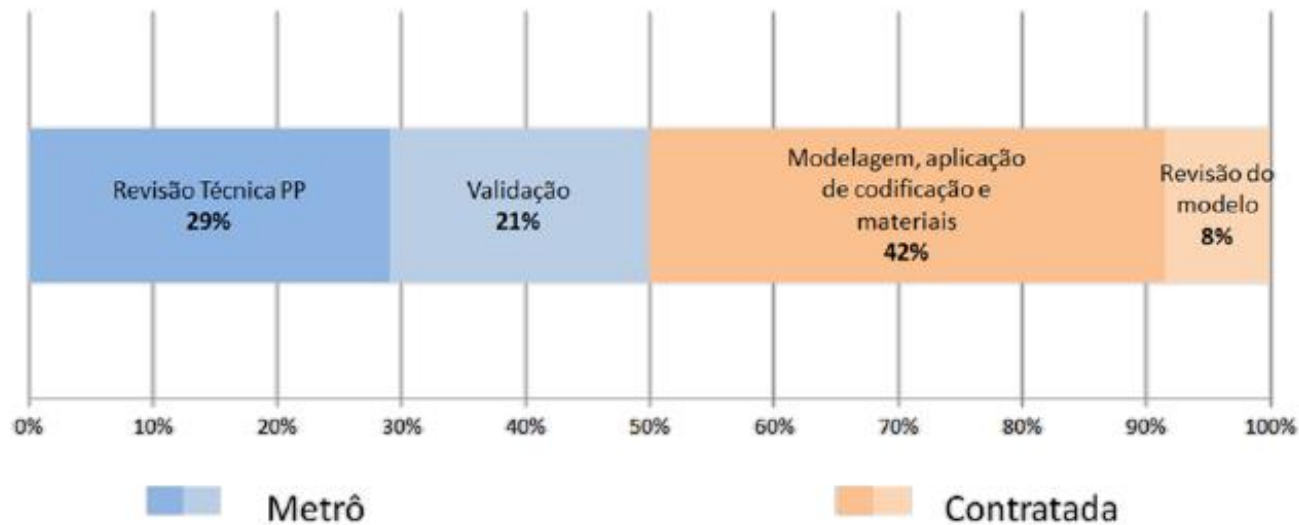


Evolução da maturidade maior que o previsto, consolidando um tempo menor de modelagem

Fonte: Metrô de São Paulo

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Apropriação de tempo na modelagem



Fonte: Metrô de São Paulo

Impacto da revisão técnica dos PP's e de pré-requisitos e outras atividades no cronograma

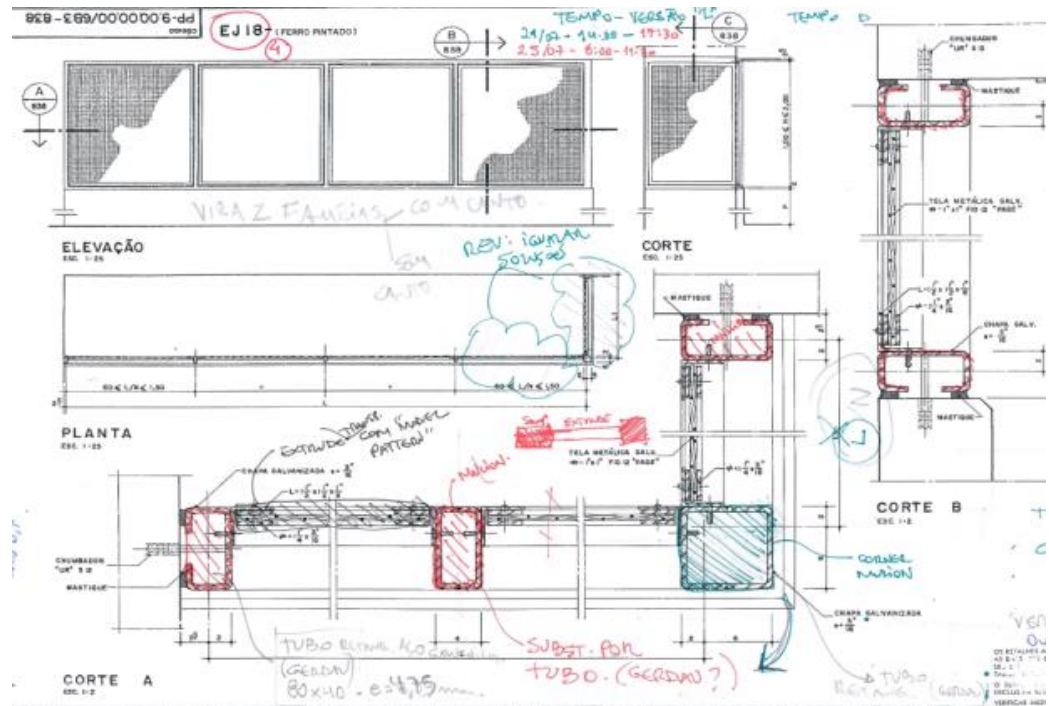
REVISÃO TÉCNICA DOS PP'S

Principais motivos de revisão:

- Atualização de geometrias
- Atualização de materiais
- Variações nas fixações
- Adequação a normas e legislações

Metodologia:

- Visitas de campo
- Consultas ao CAC, às GEs, a normas e a requisitos de outras áreas do Metrô



Fonte: Metrô de São Paulo

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A produção de uma biblioteca BIM abrange diversas atividades além da produção dos objetos, gerando um impacto difícil de ser administrado no cronograma.
- Para os dois primeiros pacotes, há um retrabalho em virtude da concomitância da produção com a definição de pré-requisitos, diretrizes e padrões, o que ocorrerá com menor intensidade nos demais.
- Quando a biblioteca é feita internamente, há um ganho maior de expertise para a equipe.
- A padronização desempenha papel fundamental para a consistência das informações nos processos BIM.
- Com a Biblioteca, a Companhia terá benefícios em gestão e produtividade para demais processos.

PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS BIM DE ELEMENTOS PADRONIZADOS DE ARQUITETURA DO METRÔ-SP

ANTONIO IVO DE BARROS MAINARDI NETO
BENEDITO TADEU DE SOUZA
JOÃO CARLOS SANTOS TAQUEDA
MICHELLE NAKAZATO MIKARO
THAÍS MITIE SHIGUEMATSU BISPO
WAGNER DEL CARLO



A EVOLUÇÃO PASSA POR AQUI