

Análise de custo horizontal e vertical

MAURÍCIO LINN BIANCHI – DIRETOR DE CONSTRUÇÃO

BOULEVARD MATARAZZO

I. INTRODUÇÃO

A construção civil tem um legado de customização do metro quadrado na área horizontal: levantam-se os custos, que são divididos por metro horizontal. O mercado evoluiu paradigmas precisam ser aprimorados, alinhando-se a novas necessidades de avaliação focada em tomadas de decisão.

Aliado à evolução da tecnologia, sistemas, e metodologia Executiva, CH (Custo Horizontal) e CV (Custo Vertical) merecem uma dicotomia na análise.

A Lei de Incorporação 4591 regula os registros de Incorporação nos Cartórios de Registro, dá fé pública. Segue critério de descrição da propriedade, áreas de usos comum e privativo, cobertas e descobertas, traduzindo para o papel aquilo

que se busca edificar e vender, abrindo um espaço para a identificação de custos diferenciados, valorizando locais, por exemplo, cobertos e descobertos. Na mesma linha, proponho uma evolução na análise real das construções.

Vamos abordar o tema da quantificação do metro quadrado horizontal e do metro quadrado vertical, buscando mitigar riscos na tomada de decisão, aumentando a assertividade nos custos e diferenciando o grau de dificuldade de execução, logística e prazos.

2. CONCEITO BÁSICO DE CUSTO HORIZONTAL E VERTICAL

Como podemos ver na Figura 1, temos 2 cenários com área horizontal de 1 m², resultando em diferentes áreas verticais.

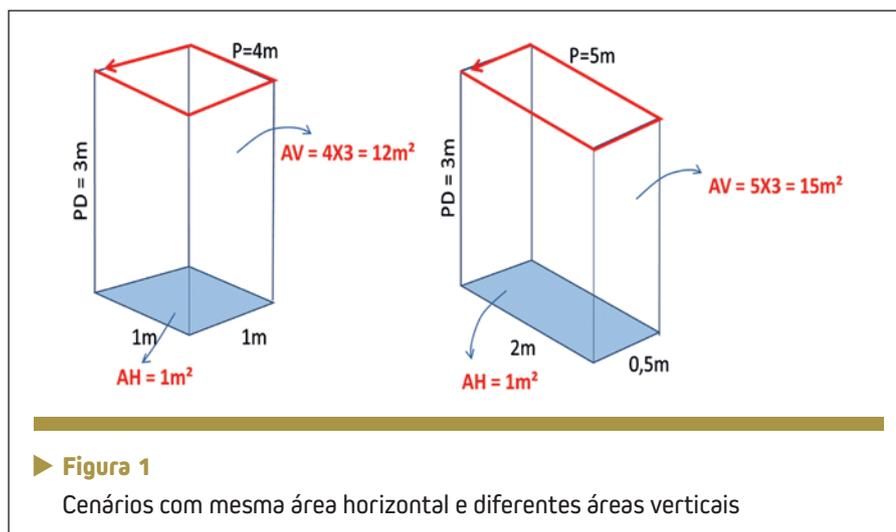
Esta proposta é tão simples que chega a parecer óbvia, mas as empresas não montam suas matrizes de avaliação de custos em cima de premissas de custo de área horizontal e custo de área vertical.

O coeficiente de forma de um projeto precisa ser avaliado, pois leva a grande oscilação de custos, logística e prazos.

Vamos abordar a área de projetos, logística e metodologia executiva, considerando a análise volumétrica, para, na análise de Projeto, por exemplo, buscar avaliar o coeficiente de forma.

Duas construções com a mesma área útil e área total de construção, de mesma tipologia e memorial construtivo, apresentam oscilações de custo em função de seu coeficiente de forma, o que pode reduzir a margem do construtor ou do incorporador, gerando problemas à jusante, quando o mesmo já era conhecido à montante do projeto. São as famosas Gestões de Autopsia, expressão utilizada quando se descobre tardiamente um problema. Neste caso, é feita uma autopsia e, não havendo mais solução, reconhece-se o problema.

A visão de futuro acena para uma construção mais industrializada, uma redução na mão de obra intensiva, transferindo-a para o planejamento e os sistemas. Neste cenário, busca-se atingir, por exemplo, a produtividade de 25HH/m² e margem de 5% de variação de custo,, diferentemente da construção



atual, com 40 HH/m² e com perda dos conceitos de apropriação de custos.

A verticalização não onera, apenas requer a conceituação de “Projetar o Custo” e considerar o grau de dificuldade do projeto antes dele se materializar em canteiros.

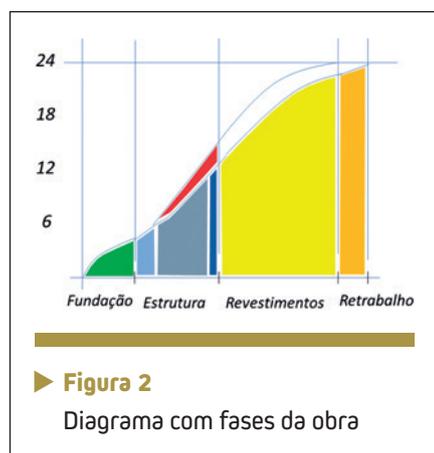
3. ANÁLISE DE CH E CV EM ESTRUTURAS EM CONCRETO

Projetos são atualmente precificados com base em área estrutural, balizados na horizontal. Não são considerados o conceito de repetição, os níveis dos pavimentos, e que as atuais estruturas estão cada vez maiores e mais altas.

As estruturas de concreto armado têm preços que quase se igualam no mercado de Edificações Verticalizadas, sendo vendidas por volume, sem menção a CH (custo horizontal) e CV (custo vertical), que, muitas vezes, passam despercebidos e geram prejuízos ao contratado ou ao contratante.

Na Figura 2, o diagrama ilustra as fases de obra x prazos. Em vermelho, mostra-se um prazo maior na estrutura. Com base nisso, é preciso considerar que:

- ▶ As estruturas de concreto são o caminho crítico e podem ser executadas com qualidade, sem impacto no prazo final;



- ▶ O CH e CV variam em suas tipologias e de acordo com a Arquitetura, gerando impactos diferentes;
- ▶ Custos Verticais nas Estruturas são maiores do que os Custos Horizontais.

4. ANÁLISE DE CH E CV EM ESTRUTURAS EM CONCRETO

Quando contratamos uma estrutura de concreto por metro cúbico, estamos de forma direta nivelando o grau de dificuldade de seus diferentes tipos.

Quando o projeto não considera a diferença entre edificações de 12, 18 e 24 andares, nivela-se o seu grau de dificuldade, contratando-se por metro cúbico estruturas de concreto diferentes, que requerem serviços diferenciados.

Não se propõe que seja aumentado o valor final da estrutura de concreto, mas apenas que seja diferenciada a alocação de custos em seu projeto, compensação que permite haver equilíbrio nos contratos, para quem paga a conta (em geral, os contratantes, e quando não, as empreiteiras de estrutura, que quebram antes de concluir a estrutura de concreto).

O concreto por metro cúbico de laje de subsolo pode custar o mesmo que o concreto por metro cúbico de uma laje no vigésimo andar de um edifício? Evidente que não, pois paga-se mais à etapa mais lucrativa do contratado quando não se considera o grau de dificuldade de todas as etapas da construção.

A armação de pilares de fundação e andares mais carregados pode ser paga pelo valor por quilo da armação dos pilares de andares mais elevados? Novamente, agindo assim paga-se mais ao trabalho mais lucrativo do contratado.

A montagem de forma de um pavimento em laje plana, com vigas robustas, pode ser paga por metro, tal

como a montagem da forma de uma laje com jardineiras invertidas, com vigas pequenas e rebaixos? Neste caso, paga-se menos ao trabalho mais difícil do contratado.

Exemplos não faltam para distinguir CH e CV que justifiquem a merecida distinção de valores, pagando-se mais à medida que a gestão de custos para H e V apresente razões para tal aumento, o que criaria uma melhor gestão dos subcontratados e mitigaria o risco até o final de uma obra.

As estruturas das obras atuais são diferentes das do passado: um edifício antigamente era de 2 a 3 vezes menor em área e altura. Este problema de precificação precisa ser enfrentado por profissionais formados adequadamente e com discussões fomentadas por entidades de classe, como o IBRACON.

Vamos admitir que uma estrutura de concreto tenha um custo que represente aproximadamente 20% de uma construção. Nela, temos um custo horizontal e um custo vertical, e vale fazer menção que o horizontal é bem mais simples que o vertical, mas o mercado, sem perceber, faz pagamentos pelo mesmo valor às estruturas até atingirem o andar térreo, que acumula os grandes volumes de concreto, forma e aço, deixando um saldo de recursos menor proporcionalmente para executar a sua parte mais sensível, que é a Vertical. De maneira geral, está convencionalizado um pagamento de uma estrutura por metro cúbico, sendo que o custo dos andares baixos é maior do que o de andares altos.

É comum ter mais de 50% do volume de concreto a ser lançado até o nível do primeiro piso, principalmente nos edifícios com subsolos, restando 50% do volume para os andares superiores, onde a

mão de obra é menos produtiva, mas os consumos por kg / m²/ m³ são menores.

Este debate ajudará na implantação de novas tecnologias e sistemas, de forma a tornar o mercado mais competitivo. Não podemos pagar o mesmo valor por metro cúbico a uma laje plana no térreo /subsolo e a uma laje em andares elevados, cuja área desenvolvida é, muitas vezes, 30% maior que as lajes maiores citadas.

A implantação de uma visão de CH e CV poderá viabilizar que os subcontratados valorizem o uso de concreto autoadensável, gruas, telas, peças pré-cortadas e montadas, sendo pertinente ao convencimento dos executores de estruturas.

5. PLANEJAR ETAPAS DE ACABAMENTO DE CIMA PARA BAIXO OU DE BAIXO PARA CIMA?

O transporte vertical, a subida de

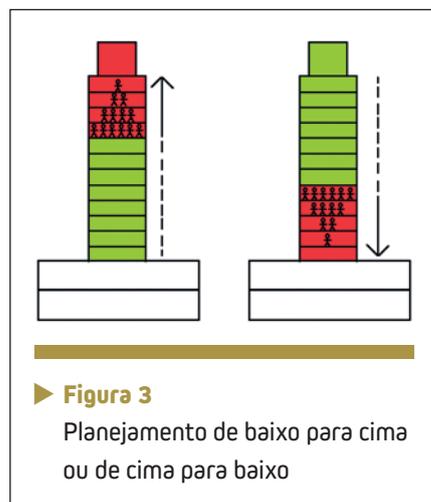
pessoas e de materiais, merece reavaliação e quebra de paradigmas, com a conceituação do CV, para a redução de sua perda de eficiência (Figura 3).

6. ANÁLISE DE CH E CV EM SOLUÇÕES ESTRUTURAIS

Nas obras de subsolos/enterradas, as soluções e metodologias são absolutamente impactantes na matriz de custos e merecem destaque diferenciado, com os projetos contemplando as análises de CH e CV, pois a decisão faz parte do sucesso do empreendimento.

No exemplo das Figura 4 e Tabelas 1 a 4, há uma análise de uma construção que poderia estruturar 33% ou 21% da área construída abaixo do nível da Rua.

A decisão de custo simples por metro quadrado (CH) leva à solução de executar 33% de construção abaixo



► **Figura 3**
Planejamento de baixo para cima ou de cima para baixo

do nível da rua, pois o investidor teria 9.457,04 m² a comercializar.

Após a análise de CH x CV, a Estrutura de Concreto e Contenção foi ajustada para 21% de construção abaixo do nível da rua, ou seja 4.481,63 m² a comercializar. Neste caso, o investidor está deixando de “ganhar” a diferença de 4.975,41 m²



► **Figura 4**

Imagem extraída do modelo BIM, com quantitativos de escavação do projeto do Retail



no seu empreendimento. O Investidor não entenderia com facilidade se isto não fosse devidamente customizado e justificado.

Na realidade, a análise de CH e CV absorveu a área de 4.975,41 m² de supostos ganhos, mas que seriam um investimento irrecuperável. A área a ser construída seria muito onerosa e o retorno do investidor se estenderia por muitos anos.

Uma decisão pautada em soluções de projeto evita a gestão de autopsias que frequentam, infelizmente, o mercado de construção. Cria-se uma solução sem a devida análise de custo e, ao ficar pronta, não há retorno do investimento, gastando-se mais que o necessário em termos de negócio, de futuro ganho.

7. ANÁLISE DE CH E CV EM SOLUÇÕES LOGÍSTICAS

Custos Verticais são quantitativamente fundamentais para dimensionamentos logísticos, e, no caso real em questão (Figura 5a e 5b), considerando-se os equipamentos de transporte vertical e horizontal, observamos seus impactos na gestão de gargalos, que, de forma antecipada, evita que o CH habitualmente usado leve a enganos de prazo e custo.

Nota-se que a relação de paredes nos andares mais baixos é de 1,5 m² vertical para cada 1,0 m² horizontal (Figura 5a)

Nos andares mais altos, a relação foi de 0,54 m² vertical para cada 1,0 m² horizontal, dado o menor adensamento de paredes (Figura 5b).

A velocidade de equipamento paleteiras horizontais é de 33m/min, aproximadamente 2km/h, e a do equi-

► Tabela 1 – Tabela de áreas acima e abaixo do térreo

Tabelas de áreas	Projeto versão 1	Novo projeto
Área dos subsolos	1.135,06	1.081,11
	1.135,06	1.432,80
	1.135,06	4.122,22
	1.376,45	2.821,11
Área dos térreos e níveis superiores	0,37±0,03	4.639,54
	0,44±0,09	6.660,82
	0,37±0,03	5.433,59
	0,44±0,09	2.157,64

► Tabela 2 – Tabela resumo de áreas acima e abaixo do térreo

Tabelas de áreas	Projeto versão 1	Novo projeto
Área dos subsolos	4.781,63	9.457,04
Área dos térreos e níveis superiores	17.783,00	18.891,59
Área total de projeto	22.564,63	28.348,63

► Tabela 3 – Tabela de índice entre área abaixo e acima do térreo

Índice de área construída	Projeto versão 1	Novo projeto
Área dos subsolos	4.781,63	9.457,04
Área total de projeto	22.564,63	28.348,63
Índice de área horizontal	0,21	0,33

► Tabela 4 – Tabela de altura média abaixo do térreo

Análise vertical	Projeto versão 1	Novo projeto
Área vertical de contenção	4.157,00	9.596,00
Perímetro de todos os blocos	937,84	937,84
Altura média até o último nível de subsolo	4,43	10,23

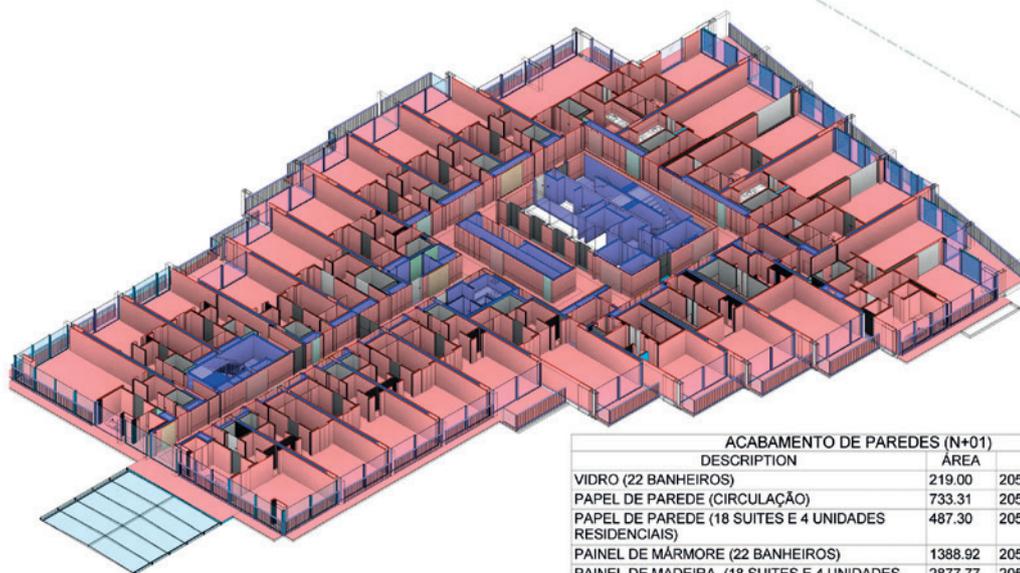
pamento cremalheira de transporte vertical é de 30 m/min (Figura 6)

As distâncias horizontais e verticais analisadas apresentam um fator de 1,3 no grau de dificuldade para andares altos, sendo que o CV x CH foi analisado em separado, permitindo a gestão de custos e prazos.

As Figuras 7 e 8 apresentam a análise da Curva de Aprendizado após a avaliação do CH e do CV.

8. ANÁLISE DE CH E CV NA VALORIZAÇÃO DE MEMORIAL DESCRITIVO

A venda de imóveis, em geral,



ÁREA BRUTA NI+01

2055.26 m²

ACABAMENTO DE PISO (N+01)

DESCRIÇÃO	ÁREA	ÁREA BRUTA	ÍNDICE
MÁRMORE (22 BANHEIROS)	288.28	2055.26 m ²	0.14
MADEIRA (18 SUITES, 4 FLATS)	875.67	2055.26 m ²	0.43
GRANITO SÃO GABRIEL (CIRCULAÇÃO)	89.89	2055.26 m ²	0.04
CARPETE (CIRCULAÇÃO E CLOSET)	203.22	2055.26 m ²	0.10

ACABAMENTO DE PAREDES (N+01)			
DESCRIPTION	ÁREA	GFA	RATE
VIDRO (22 BANHEIROS)	219.00	2055.26 m ²	0.11
PAPEL DE PAREDE (CIRCULAÇÃO)	733.31	2055.26 m ²	0.36
PAPEL DE PAREDE (18 SUITES E 4 UNIDADES RESIDENCIAIS)	487.30	2055.26 m ²	0.24
PAINEL DE MÁRMORE (22 BANHEIROS)	1388.92	2055.26 m ²	0.68
PAINEL DE MADEIRA (18 SUITES E 4 UNIDADES RESIDENCIAIS)	2877.77	2055.26 m ²	1.40
TOTAL: 674			

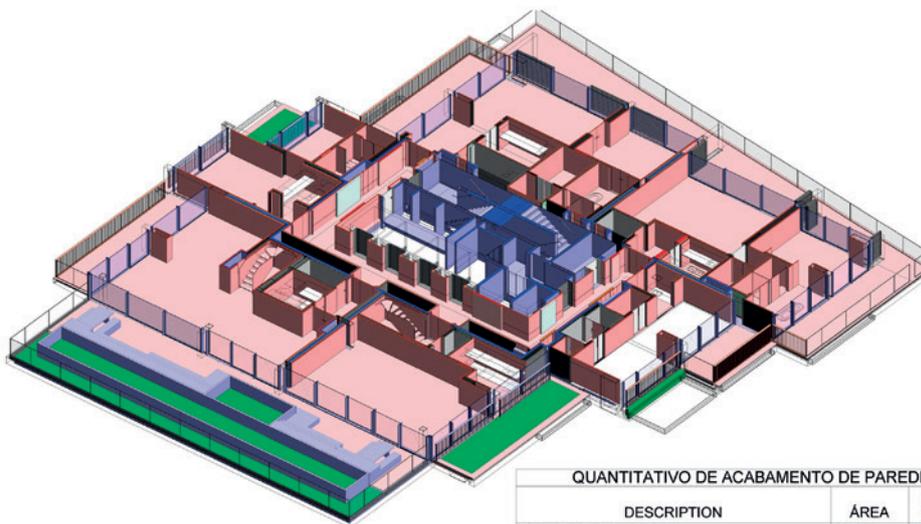
SHELL AND CORE WALL FINISH QUANTITIES (N+01)			
DESCRIPTION	ÁREA	GFA	RATE
BOH FINISH	612.01 m ²	2055.26 m ²	0.30
	142.07 m ²		0.00

QUANTITATIVO DE DRYWALL (N+01)			
DESCRIÇÃO	ÁREA	ÁREA BRUTA	ÍNDICE
DRYWALL	3091.10	2055.26 m ²	819.68

► Figura 5a

Extração de quantitativo de acabamentos de piso e parede com índices baseados na área bruta

Fonte: Cidade Matarazzo, 2020



ÁREA BRUTA NI+18

909.42 m²

QUANTITATIVO DE PISO (N+18)

DESCRIPTION	ÁREA	ÁREA BRUTA	ÍNDICE
PAINEL DE MADEIRA (6 UNIDADES RESIDENCIAIS)	379.42	909.42 m ²	0.42
MÁRMORE (6 UNIDADES RESIDENCIAIS)	96.61	909.42 m ²	0.11
GRANITO SÃO GABRIEL (6 BANHEIROS)	34.36	909.42 m ²	0.04
CARPETE (CIRCULAÇÃO)	63.77	909.42 m ²	0.07
TOTAL: 29			

QUANTITATIVO DE ACABAMENTO DE PAREDE (N+18)			
DESCRIPTION	ÁREA	ÁREA BRUTA	ÍNDICE
VIDRO (6 CHUVEIROS)	14.99	909.42 m ²	0.02
PAPEL DE PAREDE (CIRCULAÇÃO)	96.29	909.42 m ²	0.11
PAINEL DE MADEIRA (6 UNIDADES RESIDENCIAIS)	549.82	909.42 m ²	0.60
MÁRMORE (6 BANHEIROS)	86.82	909.42 m ²	0.10
TOTAL: 212			

QUANTITATIVO DE DRYWALL (N+18)			
DESCRIPTION	ÁREA	ÁREA BRUTA	ÍNDICE
DRYWALL	489.66	909.42 m ²	0.54

► Figura 5b

Extração de quantitativo de acabamentos de piso e parede com índices baseados na área bruta

Fonte: Cidade Matarazzo, 2020

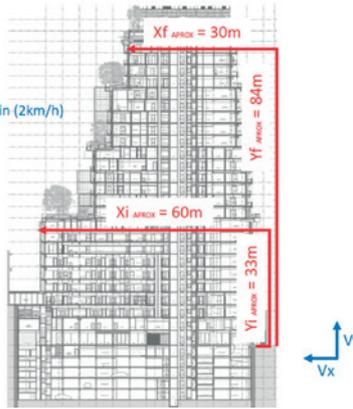


DEFINIÇÃO DAS TAXAS DE CADA FATOR NOS PRAZOS DAS ATIVIDADES:

Vy | DESLOCAMENTO VERTICAL - ELEVADORES CREMALHEIRA: 30 m/min
Vx | DESLOCAMENTO HORIZONTAL – TRANSPORTE EM PALETEIRAS 33,4 m/min (2km/h)

$$\frac{(X_f / V_x) + (Y_f / V_y)}{(X_i / V_x) + (Y_i / V_y)} = 1,27 \rightarrow 1,30$$

CRITÉRIO ADOTADO: VARIÇÃO DO DESLOCAMENTO DO N-3 ATÉ O PONTO MAIS EXTREMO DE APLICAÇÃO DO MATERIAL EM CADA BLOCO DE PAVIMENTOS.
TAXA DE LOGÍSTICA = 1,30.



► **Figura 6**

Corte com distâncias horizontais e verticais aproximadas e cálculo da taxa logística da torre

baseia-se no preço do metro quadrado do bairro, por metro quadrado horizontal, sem outros méritos, que passam despercebidos pelos que compram e pelos que vendem.

A análise de CH e CV permite que sejam valorizados os produtos e, por consequência, a sua vida útil, parâmetro que passou a considerado pela grande maioria de compradores do mercado após a publicação da Norma de Desempenho.

O exemplo apresentado na Figura 8 foi usado para a definição de acabamentos de um produto. Cada prédio teve a análise de sua relação de áreas H e V.

Num estudo, a área vertical é 1,1 vezes a área horizontal. No outro, a área vertical é 3,5 vezes a área horizontal.

A escolha de mesmo Memorial para pisos e paredes levaria ambas as obras a terem aparentemente as mesmas áreas horizontais e seus custos

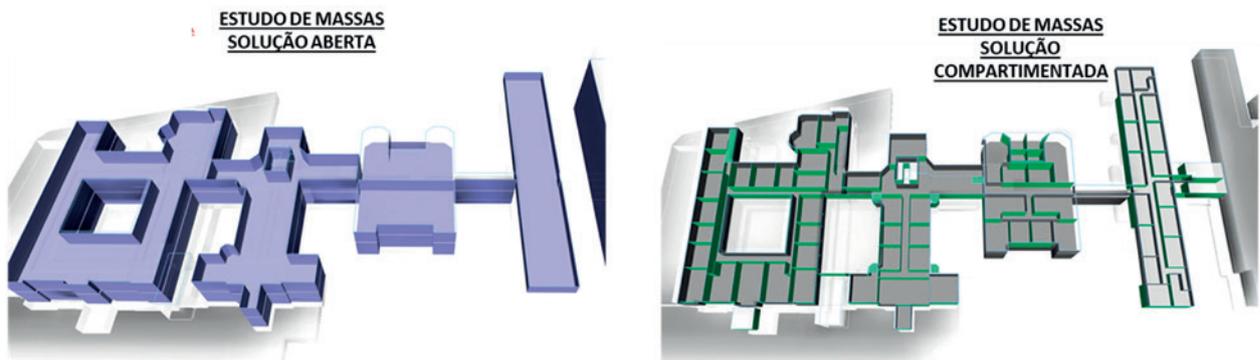
seriam o dobro uma da outra. O conceito de CH e CV é fundamental para a tomada de decisão e avaliação de produtos.

Um produto vendido no mercado por R\$ 40.000 /m² é mais caro que um produto vendido no mercado a R\$ 27.000 /m²? Nem sempre, basta seu custo vertical estar diferente, pois no custo horizontal dificilmente manifestam-se grandes diferenças. Quando se oferta a mercado um produto a R\$ 40 mil por metro quadrado e um produto ofertado a R\$ 27 mil por metro quadrado, ambos com a mesma área horizontal, o produto de R\$ 40 mil por metro quadrado pode mais barato que o de R\$ 27 mil por metro quadrado, basta avaliar o memorial utilizado no custo vertical.

A análise da Figura 7 avalia duas soluções em que os índices de custo horizontal e vertical definem duas direções de escolha pautada em custo H e V.

ANÁLISE DE ÁREA DE HORIZONTAL E VERTICAL

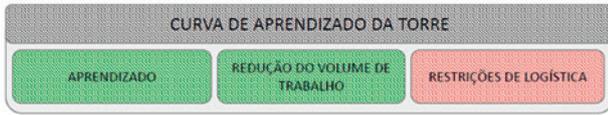
LOCALIZAÇÃO	(A) Área de parede	(B) Área de piso	Índice (A/B)	(A) Área de parede	(B) Área de piso	Índice (A/B)	%
BLOCK A	1.304.64	1.098.73	1.19	3.468.22	1.098.73	3.16	38%
BLOCK B	839.50	746.99	1.12	2.629.23	746.99	3.52	32%
BLOCK C	673.62	634.82	1.06	2.239.17	634.82	3.53	30%
BLOCK D	710.70	748.06	0.95	2.880.44	748.06	3.85	25%



► **Figura 7**

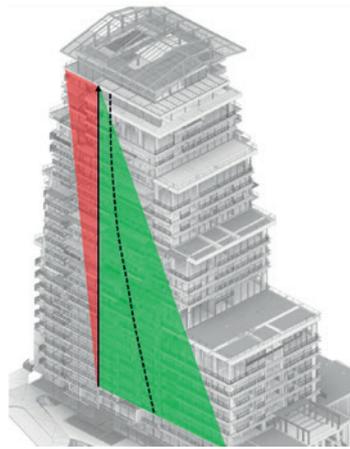
Estudo de massas com índices de área vertical (parede) e área horizontal (piso)

1) IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES QUE COMPÕEM A CURVA DE APRENDIZADO:



2) DEFINIÇÃO DAS TAXAS DE CADA FATOR NOS PRAZOS DAS ATIVIDADES:

- % VOLUME DE TRABALHO
- % LOGÍSTICA
- % APRENDIZADO



► **Figura 8**

Diagrama de curva de curva de aprendizado

9. CONCLUSÃO

A comunidade científica, a Academia, os sindicatos patronais têm se colocado à disposição do desenvolvimento.

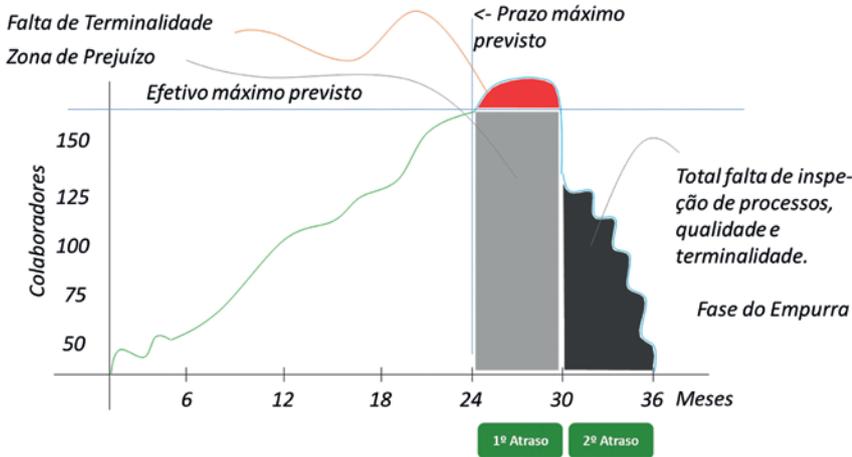
Após anos de trabalhos acadêmicos e de desenvolvimento de sistemas por alguns idealistas de mercado, atingimos um novo patamar, mas ainda distante de um vasto aproveitamento de recursos e pesquisas disponíveis.

A implantação de um mercado mais assertivo, controlado pelo BIM e outras ferramentas de gestão, da customização Vertical e Horizontal, de Soluções de Engenharia, ajudará a reduzir as surpresas dos investidores, mantendo seus planos de investimento, manterá a margem de lucro dos construtores, beneficiará os consumidores com produtos conformes e duráveis, reduzirá os aditivos e ex-

cessos nos contratos com o Governo (Figuras 9 e 10).

A análise dos impactos do Custo Vertical e Horizontal precisa fazer parte de nosso planejamento, evitando-se surpresas futuras e inoportunas que geram atrasos e prejuízos em obras.

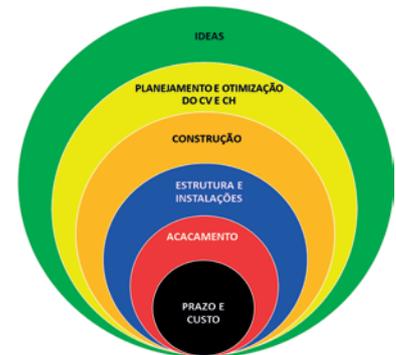
Fazer certo custa menos que fazer errado, basta saber antes o que pode ocorrer, fugindo da mencionada Gestão de Autopsia mercadológica.



► **Figura 9**

Diagrama de terminalidade

Fluxo para reconhecer a importância do CV e CH em nossa decisões



► **Figura 10**

Matriz de importância do custo vertical e custo horizontal

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Programa de Terminalidade do Autor.
- [2] Empreendimento Cidade Matarazzo.
- [3] Levantamentos da RM+System.

