

Estudo Geométrico de Aplicação de Concordância na Representação Gráfica de Fachada

Prof. Msc. Delson Lima Filho ¹
Prof.^a Luciana de Paiva Loula Dourado ²
Prof. Dr. Arivaldo Leão de Amorim ³

¹ UFRRJ - Depto. de Arquitetura e Urbanismo
23890-000 Seropédica RJ
delima@ufrj.br

UFBA – Faculdade de Arquitetura – LCAD
Rua Caetano Mouras, 121 - Federação
40210-350 Salvador BA

² lucianadourado@hotmail.com

³ alamorim@ufba.br

Resumo: Este trabalho demonstra as possibilidades de aplicação da concordância geométrica nas linhas “suaves e contínuas” das edificações arquitetônicas, usando procedimentos desenvolvidos no LCAD (Laboratório da Faculdade de Arquitetura da UFBA) através de rastreamentos diretos sobre ornamentos arquitetônicos. A partir do redesenho - rastreamento linear - das curvas, sob as técnicas da concordância, se estabeleceu o levantamento geométrico que resultou em quadros de dados. O método apresentado neste artigo foi desenvolvido a partir das linhas que definem os ornamentos de uma fachada de uma edificação na cidade de Lençóis, na Chapada Diamantina - BA. Para isto empregou-se uma ortofoto da base de dados do Projeto Lençóis, www.projetolencois.org.

Palavras chaves: tangência, concordância, linhas suaves, Lençóis - BA

Summary: This article presents the possibility of applying geometric agreement "on the lines smooth and continuous" buildings of architectural, using procedures developed in LCAD (Laboratory of the Faculty of Architecture of UFBA) through direct crawls on curved architectural props. From the redesign of the curves under the procedures of the agreement, providing the registration of these sets in the data tables. The method presented in this paper was developed on the lines of the photos obtained in one of the houses of Project sheets, www.projetolencois.org, in the Chapada Diamantina.

Key words: tangent, agreement, smooth lines, geometry

1 Introdução

É comum ao estudante de arquitetura fazer fotografias de obras arquitetônicas e, com ajuda de um programa gráfico vetorial, traçar “à olho” as feições de interesse. Este procedimento dá um resultado visual aceitável ao conjunto da representação. Entretanto, é necessário a elaboração de um traçado mais preciso e rigoroso geometricamente através de um procedimento mais condizente com a formação técnica do futuro profissional. A concordância de linhas, por exemplo, é um recurso geométrico que se adequa bem a este estudo.

Desenhar um arco pleno, uma asa de cesto, um arco esconso ou aviajado, uma oval de quatro centros ou uma falsa espiral, está longe de ser uma representação concordante com suas inúmeras possibilidades de representação.

Uma linha concordante, fechada ou aberta, pode assumir diversas formas e ser aplicada aos mais diversos procedimentos das representações geométricas: nos desenhos das letras, com suas inumeráveis famílias; nos desenhos de móveis; estradas etc.

Um *design* se torna mais leve, suave, bonito com a aplicação de curvas concordantes. A linha concordante, por sua característica plástica pode ser identificada como uma linha “suave e contínua”. Uma corda, uma linha de costura, um fio metálico lançados ao acaso estabelecem uma suavidade e uma continuidade que podem ser ajustadas aos arcos de circunferência.

O curvamento de uma régua de madeira, aço, plástico, uma barra de ferro (à marteladas) na elaboração de um gradio ou o contorno de folha de acanto em uma escultura de argila, também estabelecem a suavidade e a continuidade de uma linha. Ao extremo, pode-se dizer que há concordância nas curvas do corpo humano e dos animais.

Ao se observar uma assinatura ou uma rubrica, verifica-se que cada elemento é uma composição de curvas. Algumas assinaturas são consideradas bonitas e outras não. O traçado de uma assinatura é realizado segundo os movimentos coordenados da mão, de modo “contínuo e suave” resultando em uma linha concordante. O estudo da letra S, por exemplo, permite a seguinte leitura: Iniciando o traçado de cima para baixo, o primeiro conjunto de arcos são positivos e o segundo conjunto negativos. Ou seja, os primeiros arcos giram no sentido contrário aos dos ponteiros do relógio e, o segundo conjunto, gira no sentido dos ponteiros, nesa composição sinuosa e reversa.

2 O princípio da Tangência

Toma-se como base teórica da concordância os princípios da tangência entre duas circunferências e entre uma circunferência e uma reta. Estes dois casos obedecem a dois princípios:

- Primeiro: duas circunferências são tangentes quando seus centros são colineares com o ponto de tangência. Neste caso é importante observar que se os três pontos estão alinhados, os dois centros das circunferências e o ponto de tangência então a concordância existe.

Para notação da circunferência utiliza-se: $C = (O, r)$, seja: circunferência C de centro O e raio r .

Na Figura 1 tem-se a circunferência $C_1 = (O_1, r_1)$ tangente no ponto T à circunferência $C_2 = (O_2, r_2)$.

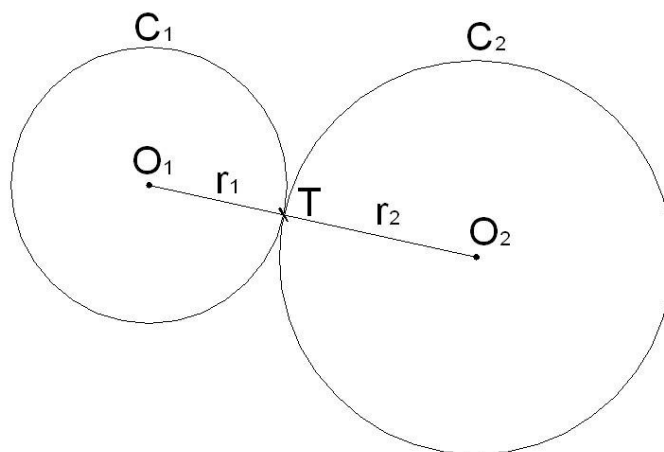
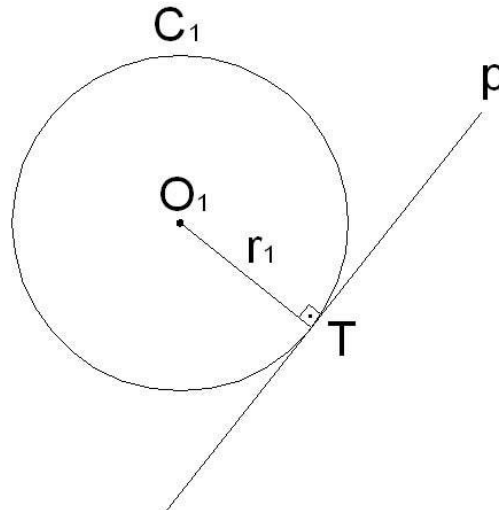


Figura 1 – Circunferências C1 e C2 tangentes entre si

- Segundo princípio: Uma circunferência é tangente a uma reta, quando o raio ortogonal à reta determina um ponto comum aos dois entes.

Na Figura 2 tem-se a $C_1 = (O_1, r_1)$ tangente em T à reta p

Figura 2 – Reta p tangente a circunferência C_1

3 O princípio da Concordância

Observando-se os dois princípios da tangência é possível estabelecer uma relação entre arcos e segmentos que resultem em linhas concordantes.

Por definição, uma linha suave e contínua não tem que ser, necessariamente, geométrica. No entanto a concordância permite que este procedimento se aplique a todos os casos de suavidade e continuidade de uma linha, através de rastreamentos das curvas, e ajuste de arcos.

O rastreamento geometrográfico de uma linha concordante permite que a mesma seja traduzida para uma linguagem geométrica ortodoxa (à régua e compasso) ou uma linguagem digital (editores gráficos vetoriais).

Pode-se afirmar que a linha concordante elaborada com uso de arcos de circunferência e segmentos de reta é capaz de traduzir qualquer tipo de traçado.

3.1 Descrição da concordância:

a) Dois arcos de circunferência concordam quando seus centros são colineares com o ponto de concordância.

Esta descrição é condizente com o primeiro princípio da tangência entre circunferências: Para a concordância, no lugar de circunferência utiliza-se a palavra **arco** e, no lugar de **ponto de tangência**, é utilizada a expressão **ponto de concordância**.

Uma notação de arco: $AB = (O, r, \pm, \alpha)$. Seja, o arco **AB**, de centro **O**, raio **r**, sentido positivo ou negativo e amplitude α .

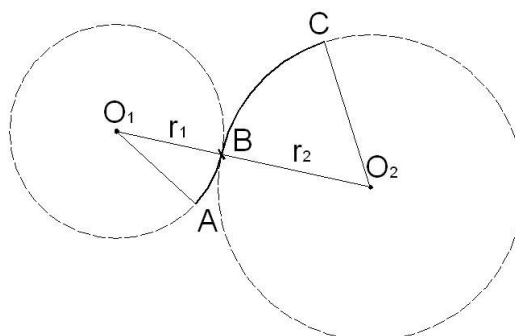


Figura 3 – Arcos AB e BC concordantes

Observe-se que cada arco possui quatro parâmetros que podem ser permutados gerando um grande número de linhas concordantes.

Para o sentido positivo toma-se o sentido anti-horário ou trigonométrico e, para o sentido negativo, o sentido horário.

Na Figura 3 tem-se o arco **AB = (O₁, r₁, +, 30°)** concordando com o arco **BC = (O₂, r₂, -, 60°)**

b) Um arco de circunferência concorda com um segmento de reta, quando o centro é perpendicular ao segmento, no ponto de concordância.

Observe-se o segundo princípio da tangência entre reta e circunferência: no lugar de reta é utilizado a descrição segmento de reta e no lugar de circunferência é utilizada a descrição arco de circunferência.

Na Figura 4 têm-se o segmento **AB = 20** concordando com o arco **BC = (O₁, r₁, +, 30°)**

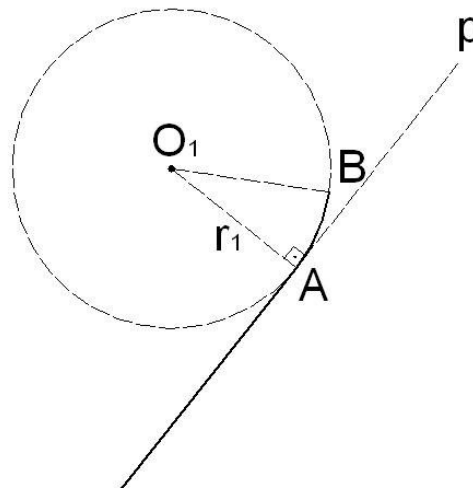


Figura 4 – Segmento de reta AB concordando com arco BC

3.1.1 Concordância com arcos de circunferências

Para facilitar a orientação dos traçados concordantes, utilizou-se a orientação dos eixos ortogonais x e y, onde em x, no sentido da direita, está o 0°, e em y, no sentido superior, está 90°. Conseqüentemente todas as outras orientações seguem à dos eixos cartesianos.

No exemplo a seguir, foram utilizados quatro arcos de circunferências, a mudança de qualquer dado resulta na mudança da forma da linha concordante. Ou seja, com a mudança dos sentidos dos arcos (positivos e(ou) negativos), por exemplo, podem-se permutar em 24 possibilidades aplicando-se a fórmula: **P_n = n! ⇒ P₄ = 4! ⇒ P₄ = 24.**

Tomando-se como exemplo os arcos AB, BC, CD e DE, considere-se:

AB = (O₁, 20, +, 30°); BC = (O₂, 15, +, 45°); CD = (O₃, 25, +, 60°) e DE = (O₄, 10, +, 90°), que resulta no quadro 1.

Quadro 1 - Exemplo de quatro arcos concordantes

orde m	arc o	centr o	rai o	sentid o	amplitud e
1	AB	O ₁	20	+	30°
2	BC	O ₂	15	+	45°
3	CD	O ₃	25	+	60°
4	DE	O ₄	10	+	90°

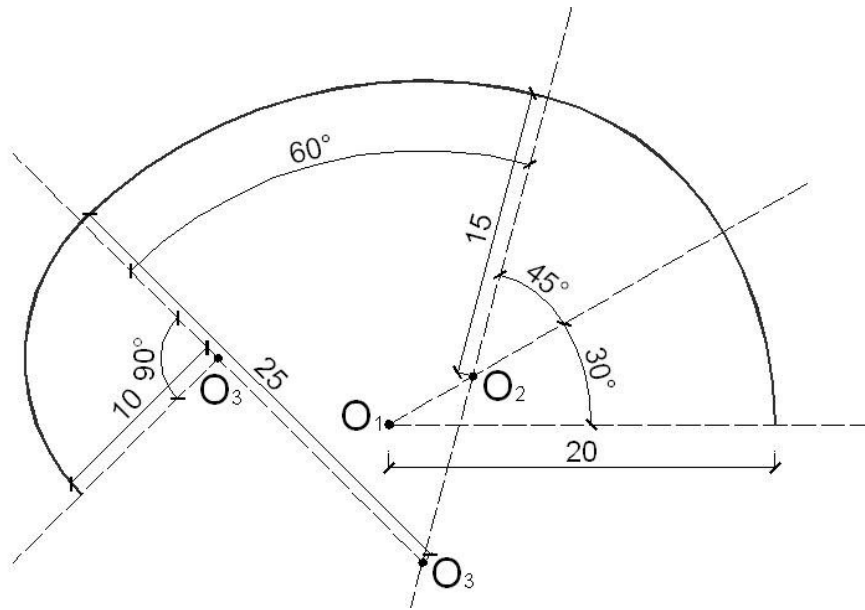


Figura 5 – Visualização da concordância ABCDE

O primeiro raio dá o posicionamento inicial da linha concordante que pode seguir n direções. No entanto, para aplicação neste trabalho, considerou-se, a priori, o primeiro raio orientado no sentido positivo em 0° .

3.1.2 Concordância com segmento de reta e arco de circunferência

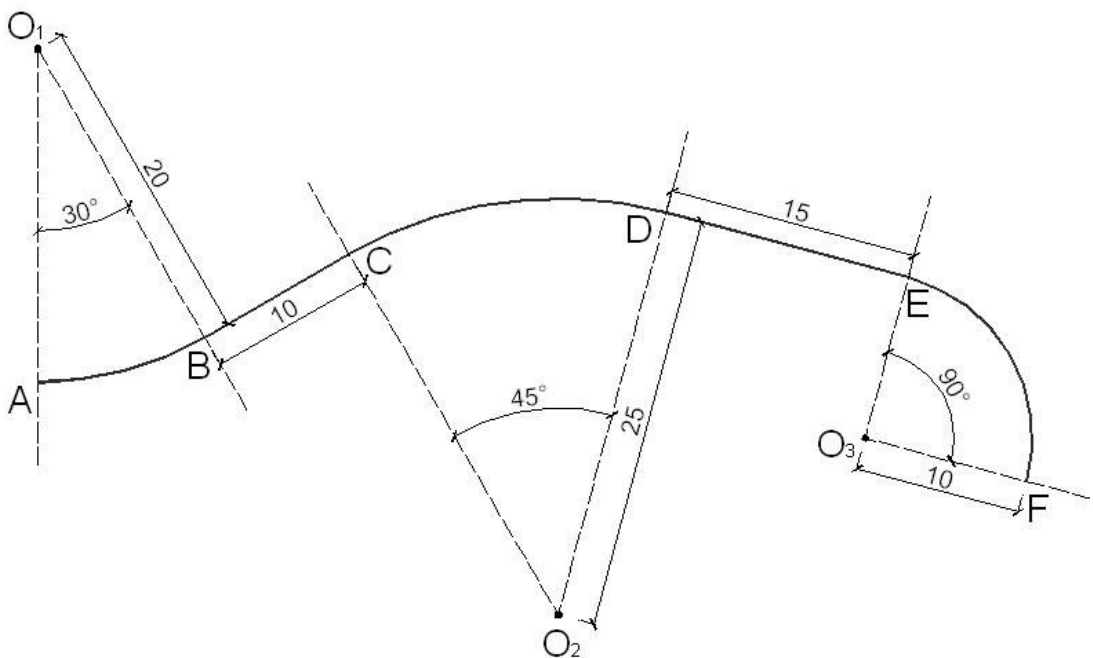


Figura 6 – Visualização da concordância ABCDEF ou linha AF

Quadro 2 - Composição de arcos e segmentos concordantes

ordem	arco	segmento	comprimento	centro	raio	sentido	amplitude
1	AB			O ₁	20	+	30°
2		BC	10				
3	CD			O ₃	25	-	45°
4		DE	15				
5	EF			O ₄	10	+	90°

4 Rastreamento arquitetônico

Para o estudo de caso, foram analisados os elementos curvos existentes nas fachadas das edificações da cidade de Lençóis, na Bahia. Para o cadastro desses elementos curvos, foram utilizadas as fotos retificadas do "Projeto Lençóis: documentação do patrimônio arquitetônico de Lençóis – BA", que está sendo desenvolvido no LCAD – Laboratório de Computação Gráfica Aplicada à Arquitetura e ao Desenho – da Faculdade de Arquitetura da UFBA.

A foto retificada é uma fotografia que sofreu um processo de correção de sua geometria, para eliminar a maior parte do efeito de perspectiva, ou seja, transformar uma projeção cônica em projeção cilíndrica. Para a obtenção da foto retificada, é necessário que se obtenha pelo menos três fotografias do objeto em ângulos variados, como mostra a Figura 7.

Uma vez produzida a foto retificada (Figura 8), esta é inserida em um ambiente CAD como imagem *raster*, constituindo um pano de fundo sobre o qual são traçados todos os elementos de interesse (Figura 9).

No processo de vetorização dos detalhes curvos, se tornou necessário utilizar conhecimentos geométricos de concordância para se obter o correto traçado dos arcos concordantes. Nesse processo foi necessário analisar a concordância desses elementos decorativos de forma criteriosa para obter o rastreamento correto das curvas, como pode ser observado na Figura 14.

Considera-se o processo de rastreamento a identificação das curvas que compõem uma linha, ajustadas a arcos de circunferências. O rastreamento é traduzido em um conjunto de arcos e segmentos e seus elementos, compondo um quadro.



Figura 7 – Tomadas fotográficas



Figura 8 - Foto retificada obtida a partir de fotografias tiradas de ângulos diferentes

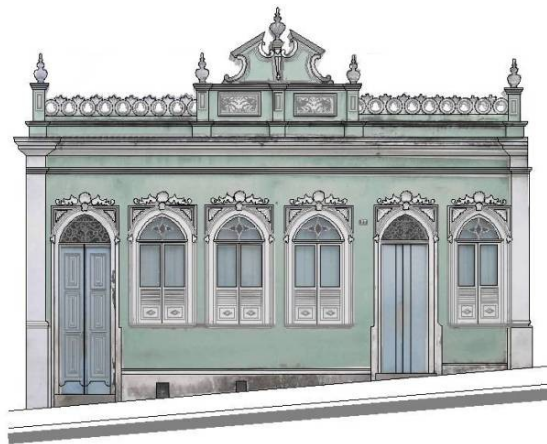


Figura 9 - Vetorização realizada sobre da foto retificada (método sensorial)



Figura 10 - Detalhe do processo de vetorização da esquadria da edificação (método sensorial)

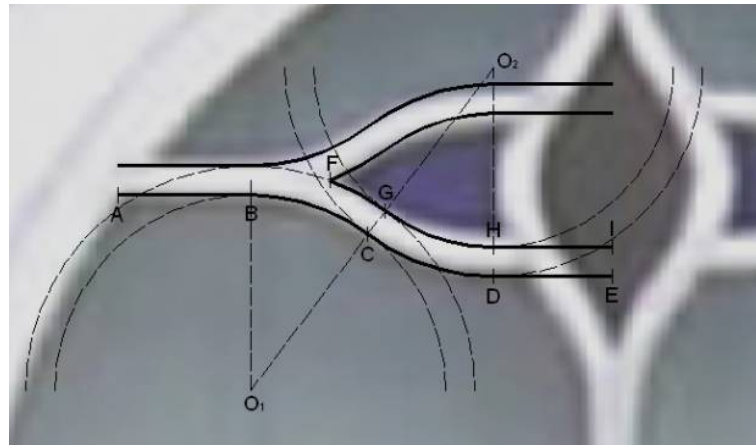


Figura 11 - Composição concordante horizontal (rastreamento sobre foto ampliada)

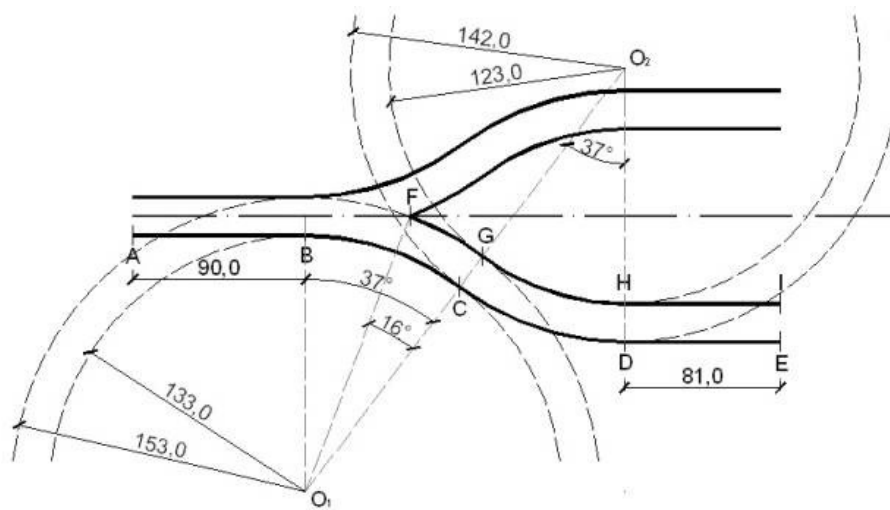


Figura 12 – Concordância horizontal composta por simetria axial

Quadro 3 – Concordância horizontal ABCDE

ordem	arco	segmento	comprimento	centro	raio	sentido	amplitude
1		AB	90				
2	BC			O ₁	133	-	37°
3	CD			O ₂	142	+	37°
4		DE	81				

Quadro 4 – Concordância horizontal FGHI

ordem	arco	segmento	comprimento	centro	raio	sentido	amplitude
1	FG			O ₁	153	-	16°
2	GH			O ₂	123	+	37°
3		HI	81				

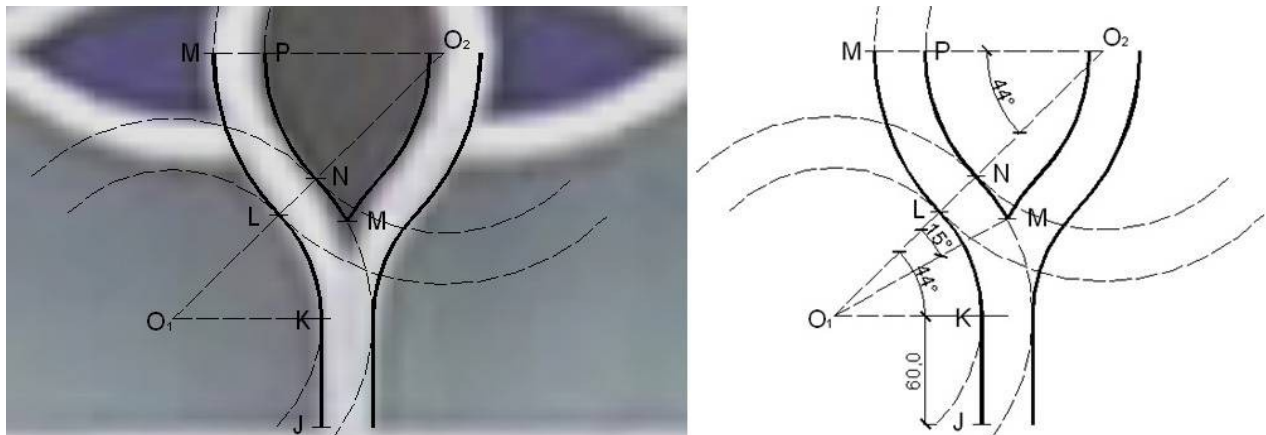


Figura 13 – Rastreamento e concordância vertical (composta por simetria axial)

Quadro 5 – Concordância vertical JKLM

ordem	arco	segmento	comprimento	centro	raio	sentido	amplitude
1		JK	60				
2	KL			O ₁	84	+	44°
3	LM			O ₂	112	-	44°

Quadro 6 – Concordância vertical MNP

ordem	arco	segmento	comprimento	centro	raio	sentido	amplitude
1	MN			O ₁	84	+	15°
2	NP			O ₂	101	-	44°



Figura 14 – Composição concordante (utilizando métodos geométricos)

Na esquadria utilizada neste estudo, Figura 14, verifica-se que as esquadrias de madeira que compõem as janelas, foram executadas à mão o que resultou num traçado irregular. A leitura concordante, no entanto, possibilita a representação ideal da mesma esquadria.

5 Conclusão

A elaboração de um ornato arquitetônico, com uso da concordância, possibilita a representação de linhas curvas suaves e contínuas representadas segundo procedimentos geométricos. A vantagem encontrada pelos pesquisadores envolvidos neste estudo, foi a possibilidade de se chegar ao desenho ideal, o desenho como idéia na imaginação do construtor, o desenho que se perde na execução final pela aplicação dos recursos construtivos: serras, máquinas. Considere-se como desenho ideal aquele que existe, a priori, no campo das idéias: um desenho perfeito, geométrico.

A leitura concordante das linhas de uma edificação, permite um resultado final com qualidade plástica e gráfica. Cada detalhe pode ser repetido através da Geometria das Transformações (reflexão, rotação e translação) que aplicado à composição, reduz o tempo de representação e dá ao desenho final a qualidade geométrica com base em tabelas que definem cada linha compondo cada detalhe. Essas tabelas são resultadas das análises e dos rastreamentos das linhas concordantes e podem ser traçadas do mesmo modo por qualquer desenhista e em qualquer lugar. O processo de desenho concordante pode ser considerado como “quase um desenho por música”.

6 Referências Bibliográficas

PINHEIRO, V. A. *Geometrografia I*. Rio de Janeiro: Aula Editora, 1974.

DOURADO, L. P. L., AMORIM, A. L. *Restituição Fotogramétrica Digital das Fachadas do Centro Histórico de Lençóis* In: Graphica 2005, 2005, Recife. **Expressão Gráfica & Formação Humanística**. Recife: Associação Brasileira de Expressão Gráfica, 2005.